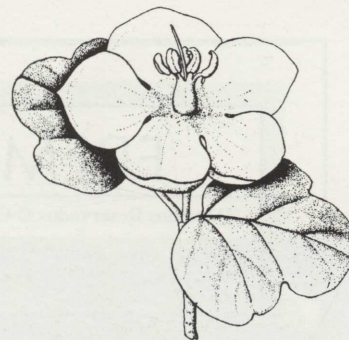


FREMONTIA

Revista de la Sociedad de las Plantas Nativas de California



VEGETACIÓN DE BAJA CALIFORNIA

FREMONTIA

Derechos Reservados © California Native Plant Society

Phyllis M. Faber, Editora • Laurence J. Hyman, Director Artístico
Beth Hansen, Diseñador • Robert Ornduff, Asesor Editorial

Sociedad de las Plantas Nativas de California

Dedicada a la Preservación de la Flora Nativa de California

La Sociedad de las Plantas Nativas de California es una organización de legos y profesionales unidos por un interés en las plantas de California. Está abierta a todos. Sus propósitos principales son preservar la flora nativa y contribuir al conocimiento de los miembros y del público en general. Para cumplir esas metas realizamos diferentes actividades: monitoreo de plantas raras y amenazadas en el estado; acciones para salvar áreas en peligro a través de publicidad, persuasión y, en ocasiones, acción legal; proporcionando testimonio de expertos ante las dependencias de gobierno; brindando apoyo financiero y de otros tipos para el establecimiento de áreas de protección de flora. Una gran parte del trabajo de la Sociedad es hecho por voluntarios.

INDICE

Prologo 3

La Vegetación Mediterránea de Baja California (Julio 1997) 4

Richard A. Minnich y Ernesto Franco Vizcaíno

La Vegetación del Noroeste de Baja California (Abril 1997) 16

Thomas A. Oberbauer

La Sierra de San Pedro Mártir (Octubre 1997) 23

Thomas A. Oberbauer

La Protección de la Vegetación y los Regímenes de Incendios de la Sierra de San Pedro Mártir en Baja California (Julio 1997) 28

Richard A. Minnich y Ernesto Franco-Vizcaíno

Las Islas del Pacífico, Joyas de Baja California (Abril 1997) 39

Thomas A. Oberbauer

La Isla de Guadalupe y su Flora (Julio 1998) 42

Reid Moran

Notas y comentarios 52

Reseña de Libros 55

EDITORIAL

Es un placer presentar esta edición especial en español de Fremontia, la revista de la Sociedad de Plantas Nativas de California, una organización no lucrativa de California. Nuestra misión es preservar la singular flora de California en su hábitat natural, labor que realizamos a través de educación para el público (viajes de campo, publicaciones y conferencias gratuitas), proporcionando información científica sobre el status de algunas especies notables y de distintos tipos de vegetación; y a través de participación activa en los procesos legislativos y regulatorios en California. Este número es un esfuerzo conjunto de la Sociedad de Plantas Nativas de California, Pro Esteros y Bosques de las Californias. Estas últimas son dos organizaciones civiles binacionales California-Baja California. La misión de Bosques de las Californias es la conservación y el uso sustentable de los bosques del sur de California y el norte de Baja California, a través de la aplicación de los resultados de la investigación científica al manejo de los ecosistemas. La misión de Pro Esteros es proteger los humedales de Baja California, donde trabajamos en las comunidades para educar e informar al público del valor de sus humedales. Pro Esteros celebró recientemente su décimo aniversario, y estamos encantados de empezar nuestra segunda década con este volumen conjunto.

En este número aparecen varios artículos publicados previamente en Fremontia en inglés sobre diferentes aspectos de la flora de Baja California. Estos artículos son trabajos académicos pero están escritos para un público amplio, como lo es la audiencia de Fremontia, que incluye botánicos profesionales y aficionados, estudiantes de diferentes niveles y empleados de oficinas públicas. Hemos conservado varias características de un número típico de Fremontia, como la combinación de textos y fotografías en el formato, la sección de cartas al editor en las que se expresan distintos puntos de vista, y una sección de reseña de libros. A menudo tenemos una pequeña sección de anuncios clasificados, que hemos eliminado por no ser relevante para la audiencia de Baja California.

Agradecemos especialmente a Ernesto Franco, del CICESE en Ensenada y de la Universidad Estatal de California en Monterey Bay y a Celerino Montes, de Bosques de las Californias, quienes tradujeron, como una cortesía para este proyecto, todos los artículos con un gran cuidado y precisión. Agradecemos también a la Fundación Packard, que proporcionó el financiamiento para hacer posible el proyecto. Reconocemos la visión y apoyo que brinda la Fundación a los proyectos conjuntos que buscan crear un mejor ambiente.

Esperamos que este número sea de interés tanto para la comunidad científica como para el público no especializado en Baja California y que haya más proyectos cooperativos en el futuro. Los recursos naturales no reconocen fronteras políticas, están sujetos a presión en ambos lados de la frontera y requieren de nuestros esfuerzos compartidos.

Phyllis M. Faber, Editora

LA CUBIERTA: La ocurrencia de incendios naturales en el sur de la Sierra de San Pedro Mártir ha creado un mosaico de parches en el paisaje. Fotografía de Richard A. Minnich.

PROLOGO

Horacio de la Cueva

LA BELLEZA Y RIQUEZA natural de Baja California, sufre una amenaza que era desconocida hasta hace 100 años. Por su novedad, ni las plantas ni los animales han podido desarrollar mecanismos de defensa. Esta gran amenaza somos nosotros, los seres humanos. La amenaza que representamos va más allá de las especies que vienen a nuestra mente de forma automática cuando oímos la palabra extinción. Hay un sinnúmero de especies amenazadas, pero la amenaza no se detiene en las especies, sino que su hábitat y el ecosistema donde viven también está amenazado. Por ejemplo, la isla Guadalupe, en Baja California, está siendo degradada por ganado caprino fuera de control, amenazando la salud y la existencia misma de los ecosistemas, amén de que existen varias especies endémicas que ciertamente están en riesgo de extinción. Si no garantizamos a las plantas y animales la permanencia en sus hábitats naturales, no habrá suficiente espacio en los parques zoológicos y jardines botánicos para cuidar a todas las especies. Además, nuestros paisajes bajacalifornianos serán tan yermos como un valle lunar y no serán la maravilla turística que atrae visitantes de todo el mundo.

La amenaza humana es algo que se puede medir y contar. Por ejemplo, la sobreexplotación de las pesquerías en el Golfo de California, de los suelos agrícolas en el Valle de San Quintín y una eventual explotación de madera en los bosques de Baja California ponen en riesgo el capital natural de la península y en algunos casos servirá para enriquecer a inversionistas que no viven en el área y que saldrán calladamente cuando la riqueza se acabe. Pero así como somos la amenaza más grande que la biodiversidad ha confrontado, asimismo somos su única solución, si es que realmente nos interesa que la diversidad biológica acompañe la vida del hombre en el planeta. Para resolver los problemas que hemos creado necesitamos usar, ponderadamente, esas armas de dos filos que todos poseemos: conocimiento e imaginación.

Tenemos en nuestras manos una bella muestra, por sabia y concisa, de lo que la dedicación al conocimiento y el uso de la imaginación pueden dar: este número especial de Fremontia, la revista de la California Native Plant Society, dedicado a Baja California. Nadie mejor que estos botánicos dedicados a conocer la flora de California para darse cuenta de la importancia que Baja California tiene para la conservación de los paisajes y ecosistemas comunes a ambos lados de la frontera.

Para caracterizar a Baja California podemos usar, con gran sorpresa de muchas personas, el calificativo de diversa, diversa geográfica y biológicamente. Este número especial así lo demuestra: los matorrales y bosques de la única zona mediterránea mexicana, las islas de Cedros y Gua-



Chamaebatia australis, especie amenazada por el desarrollo agrícola, en Otay Mountain, Condado de San Diego. Fotografía de Tom Oberbauer.

dalupe y sus especies endémicas son algunas de las joyas de la gran corona natural del Pacífico mexicano.

Nuestra responsabilidad planetaria va más allá de conocer la vegetación de la península; debemos tomar cartas en el asunto y proteger a la naturaleza de nuestro asalto. Sin duda la mejor herramienta que tenemos para atenuar este ataque es nuestra capacidad de organización.

En México, donde la posibilidad de respuesta del gobierno se ve limitada por los recursos financieros disponibles, la responsabilidad se vuelve el deber de sus ciudadanos, sobre todo de aquellos privilegiados por su educación y nivel financiero. Afortunadamente, en la península ya existen formas viables de defensa: las Organizaciones No Gubernamentales. La importancia que han tomado estas agrupaciones se refleja no solo en su número, que parece expandirse exponencialmente, sino en su efectividad. Estas agrupaciones son de y para la sociedad. Por esa razón, las ONGs van siempre más allá de lo que el gobierno y los partidos políticos pueden hacer. La labor de grupos como Bosques de las Californias y Pro Esteros puede ser un factor decisivo para conseguir la integración armónica del uso y la conservación de los recursos naturales.

La conservación de la naturaleza no se alcanza mediante decretos y buenas intenciones. La conservación de los bosques y de los otros ecosistemas de la península se logrará con el trabajo diario y persistente de la ciencia y las ONG, con el apoyo de todos los sectores de la sociedad. Sólo así lograremos que nuestros paisajes no pasen a ser sólo gratos recuerdos en un álbum fotográfico o en una bonita revista de conservación.

LA VEGETACIÓN MEDITERRÁNEA DE BAJA CALIFORNIA

Richard A. Minnich y Ernesto Franco Vizcaíno

LA PARTE NOROESTE de la península de Baja California está cubierta por pastizales mediterráneos, matorrales y bosques de coníferas similares a los de la Alta California (Rzedowski 1978; Wiggins 1980; Minnich 1987). Sin embargo, la relación entre el hombre y la naturaleza es contrastantemente distinta, debido a la conservación de los patrones tradicionales de uso del suelo. Hasta hace pocos años, las zonas naturales de Baja California se mantuvieron aisladas, por lo que la mayoría de sus ecosistemas no han sufrido la intensa explotación que se ha dado en California, y la vegetación se ha conservado casi prístina. El control de incendios casi no existe debido

a que el acceso a la mayoría de la Cordillera Peninsular bajacaliforniana todavía es solamente a pie o a caballo. Con la excepción de las praderas de montaña, el pastoreo de ganado bovino ha estado restringido por el bajo valor nutritivo de los agostaderos y la inaccesibilidad de la vegetación.

En México, a Baja California se le llamaba "La Frontera" hasta hace algunas décadas. Esta denominación puede parecer anómala en un estado moderno con ciudades grandes como Tijuana, Mexicali y Ensenada, y una extensa agricultura comercial en las planicies costeras y el Valle de Mexicali. Sin embargo, hasta el fin de la Segunda

Viñedos en el extremo oriental del Valle de Guadalupe. Al fondo se ve la Sierra Blanca, cubierta por chaparral. En el horizonte de la cima izquierda se ven las siluetas de una población de *Pinus coulteri*. En la parte mas lejana del valle se aprecian arboledas de *Quercus agrifolia*. Fotografía de Richard A. Minnich.



Guerra Mundial, el norte de Baja California permaneció casi aislado económica y políticamente, debido a su lejanía a la ciudad de México; y su desarrollo fue lento, no obstante la proximidad a la economía de California, que se encontraba en plena expansión (Henderson 1964). Por el contrario, en California los bosques fueron talados para la construcción, las operaciones mineras y el uso doméstico; los pastizales fueron objeto de un fuerte pastoreo por el ganado y se implementó la supresión de incendios desde principios del siglo XX (Lockmann 1981).

Las diferencias en el uso del suelo entre California y Baja California han producido una discrepancia significativa en la vegetación natural, y esto puede apreciarse inclusive en las imágenes de satélite y la fotografía aérea de gran altura de la NASA (Humphrey 1987; Bahre 1991). Los ecosistemas al norte de la frontera internacional han sido tan alterados que los ecólogos encuentran dificultades en determinar la naturaleza de los regímenes de disturbio en el pasado, así como la estructura y dinámica de la vegetación, mientras que hacia el sur los chaparrales y los bosques son una reminiscencia de los paisajes de California durante el siglo XIX. Las diferencias transfronterizas en los ecosistemas proporcionan una oportunidad idónea para la investigación ecológica, arrojando luz sobre la naturaleza de los cambios históricos en la vegetación de California y sobre la dinámica de la vegetación bajo el uso tradicional del suelo en Baja California.

La biota de Baja California todavía es relativamente desconocida y poco estudiada en comparación a la de California. Este artículo introductorio hace una breve revisión de los ecosistemas mediterráneos que cubren la región y de los posibles efectos que pudiera haber sobre ellos debido a los usos del suelo dentro de una economía rural tradicional.

Fisiografía y Clima

El norte de Baja California forma parte de la provincia geomórfica de la Cordillera Peninsular. Sobre la costa del Pacífico se encuentra una cadena discontinua de cerros, con alturas que van de los 1,200 a los 1,500 metros, que incluye el Cerro Bola y los montes al este de la planicie de Ensenada, orientados de norte a sur. Como a 100 km tierra adentro, se encuentra la Sierra Juárez, una altiplanicie entre 1,200 y 1,800 metros, relativamente poco escarpada. Entre los cerros de la costa y la Sierra Juárez se encuentra una serie de cuencas que incluyen los Valles de las Palmas, Guadalupe y Ojos Negros, así como la planicie entre El Alamo y Santa Catarina. El límite sur de esta zona es la falla de Agua Blanca, que recorre una serie de cerros transversales, orientados de este a oeste, entre 1,000 y 1,400 m de altura, desde Punta Banda hasta el Valle de la Trinidad y el Paso de San Matías. Más hacia el sur se encuentra la Sierra de San Pedro Mártir, una espectacular montaña compuesta de altiplanicies bordeadas por fallas, donde se encuentra el

Picacho del Diablo, la cima más alta de la península, a 3,100 metros. El frente occidental de esta cordillera tiene una extensa zona de mesetas y laderas escabrosas, bordeadas por terrazas marinas a lo largo de la costa.

El norte de Baja California se encuentra en el margen meridional de la zona de clima mediterráneo de Norteamérica. Las tormentas frontales de invierno ocasionan lluvias entre noviembre y abril. Los veranos son secos, con la excepción de las tormentas vespertinas que ocurren en las montañas. La precipitación media anual va de 200 a 350 mm en la zona de la costa, con 400 en las cimas de los cerros costeros, de 400 a 500 en el flanco oriental de la Sierra Juárez y de 500 a 700 en la Sierra de San Pedro Mártir. Las cuencas interiores a sotavento de los cerros costeros reciben entre 170 y 250 mm de lluvia. Se estima que en la Sierra Juárez la nieve representa solamente el 25% de la precipitación anual (Minnich 1986), aún en las cimas más altas. En la Sierra de San Pedro Mártir, arriba de los 2,200 m, la nieve excede el 50% de la precipitación anual.

Distribución de la Vegetación

La vegetación de Baja California norte, mapeada según el método de Minnich 1987 y 1988, muestra una zonación conspicua, similar a la que existe en California (Hanes 1988; Thorne 1988). Esto se debe a la altitud y las sombras de precipitación producidas por el terreno montañoso de la península. La superficie de los tipos de vegetación, calculada por medio de un Sistema de Información Geográfica.

Pastizales de Especies Exóticas Anuales

Los llanos costeros y las cuencas bajas están cubiertas por herbáceas introducidas, principalmente de los países que bordean el Mediterráneo (Heady 198; Hueneke y Mooney 1989). Las herbáceas dominantes incluyen *Brassica* spp., *Bromus rubens*, *B. mollis*, *Avena fatua*, *A. barbata*, *Erodium cicutarium*, *Medicago hispida*, *Hordeum* spp. *Lamarckia aurea*; y algunas especies nativas, como *Hemizonia* spp. Las praderas son más comunes en los suelos profundos de migajón y aluvión entre Tijuana y Valle de las Palmas, en las partes no cultivadas del Valle de Guadalupe y en la planicie de Ensenada, aunque también las encontramos en los valles interiores, desde Valle de las Palmas hacia el sur, a lo largo de un cinturón de pequeñas cuencas hasta Valle de Guadalupe, así como en ciertas áreas del Valle de Ojos Negros.

Aparentemente, las especies exóticas anuales han ocupado el fondo de los valles de Baja California norte por lo menos desde la mitad del Siglo XIX. En 1855 se reportó, durante la prospección de la frontera internacional, que en los valles costeros del sur de California "la avena silvestre *Avena fatua* . . . se ha naturalizado tan amplia-

Áreas de los Tipos de Vegetación

(Esta revisión empieza con las comunidades vegetales costeras y continúa tierra adentro hacia el este, cruzando los cerros de la costa y las cuencas interiores hasta las Sierras de Juárez y San Pedro Mártir).

Tipo de Vegetación	Área (ha)
Comunidades Herbáceas	
Pastizal de exóticas anuales	77,000
Praderas de montaña	8,900
Matorrales	
Matorral costero	561,300
Matorral desértico marítimo	306,100
Matorral de <i>Artemisia tridentata</i>	5,800
Chaparral de chamizo	311,300
Chaparral de chamizo-huata	183,200
Chaparral de chamizo colorado	135,200
Chaparral mixto	91,100
Chaparral de manzanita peninsular	11,800
Chaparral de bosque	21,192
Bosque de Coníferas de Cono Cerrado	
Bosque de <i>Pinus attenuata</i>	400
Bosque de <i>Pinus muricata</i>	<100
Ciprés de Tecate	1,200
Ciprés de Arizona	<100
Bosque de <i>Pinus coulteri</i>	700
Bosque de Maderas Duras	
Bosque ripario	6,000
Encinal de <i>Quercus agrifolia</i>	24,800
Encinal de <i>Quercus chrysolepis</i>	9,100
Encinal de <i>Quercus peninsularis</i>	12,000
Alamillo	464
Bosque de Coníferas	
Piñonero (<i>P. quadrifolia</i>)/chaparral de chamizo	58,700
Piñonero/chaparral de chamizo colorado	75,300
Piñonero/huata	12,100
Piñonero/chaparral desértico	53,100
Bosque mixto de piñoneros (<i>P. quadrifolia</i> / <i>P. monophylla</i>)	53,600
Piñonero de una aguja (<i>P. monophylla</i>)	44,600
Pino jeffrey	47,700
Pino jeffrey mixto	19,600
Abeto blanco mixto	3,400
Cedro incienso	600
Ciprés de montaña	800
<i>Pinus contorta</i>	1,000

mente, que a cualquier terreno fértil le da la apariencia de un campo cultivado . . . ” (Parry 1859). Orcutt (1886a) describe especies exóticas introducidas el siglo anterior por los misioneros franciscanos en la base de los valles del norte de Baja California. En San Vicente observó el uso de la mostaza, aparentemente *Brassica nigra*, en la construcción de cabañas. También describe una cubierta delgada de alfilerillo, *Erodium cicutarium*, al este de El Rosario y en los alrededores de una colonia agrícola cerca de San Quintín. Además, observó *Trifolium* sp. en San Quintín. William N. Gabb, en su reporte a J. Ross Browne en 1867, considera que las praderas de las áreas no cultivadas del Valle de Guadalupe, aparentemente de *Avena fatua*, no tenían igual en Baja California norte (Orcutt 1886b). Una segunda oleada de especies exóticas, introducida alrededor de 1890, que incluye *Bromus rubens*, *B. diandrus*, *Avena barbata* y *Brassica geniculata* (Heady 1988), se ha extendido sobre una área cada vez más amplia, especialmente desde la década de los cincuenta.

Las especies exóticas anuales parecen haber reemplazado a las herbáceas nativas existentes en la época de la llegada de los europeos, a finales del Siglo XVIII, de manera similar a lo ocurrido en California (Heady 1988). Los diarios de Crespi y Serra describen extensos “pastizales” y “praderas” en los valles de San Vicente, Santo Tomás, Ensenada, Guadalupe y las terrazas costeras al sur de Tijuana (Bolton 1927; Tibesar 1955). Orcutt, durante su viajes al norte de Baja California durante la década de 1880, antes del arribo de la “segunda oleada” de especies exóticas, describe que las faldas de los cerros y las mesetas de Tijuana, Ensenada, el Cañón de San Telmo y el este de El Rosario tenían una amplia cubierta de flores silvestres (Orcutt 1886a,b). Sobre la costa encontró muchas especies de *Eschscholzia*, *Lasthenia*, *Layia*, *Phacelia*, *Delphinium*, *Astragalus*, *Cryptantha*, *Perityle*, *Oenothera*, *Camissonia*, *Lotus*, *Calochortus* y *Penstemon*. No describe *Stipa* u otros zacates nativos. Es posible que las exóticas franciscanas hayan desplazado a las herbáceas de hoja ancha más que a los pastizales, de manera similar a lo ocurrido en la zona semiárida del sur del Valle de San Joaquín (Wester 1981). Las ambigüedades de la botánica española del fin del Siglo XVIII arrojan poca luz sobre la vegetación herbácea pre-europea. En sus diarios, los exploradores españoles utilizaban la palabra “pasto”, un término cultural relacionado con forraje para el ganado, que se puede interpretar más bien como “cobertura herbácea”. Estos relatos no permiten saber si la vegetación no leñosa estaba constituida por zacates o por hierbas de hoja ancha.

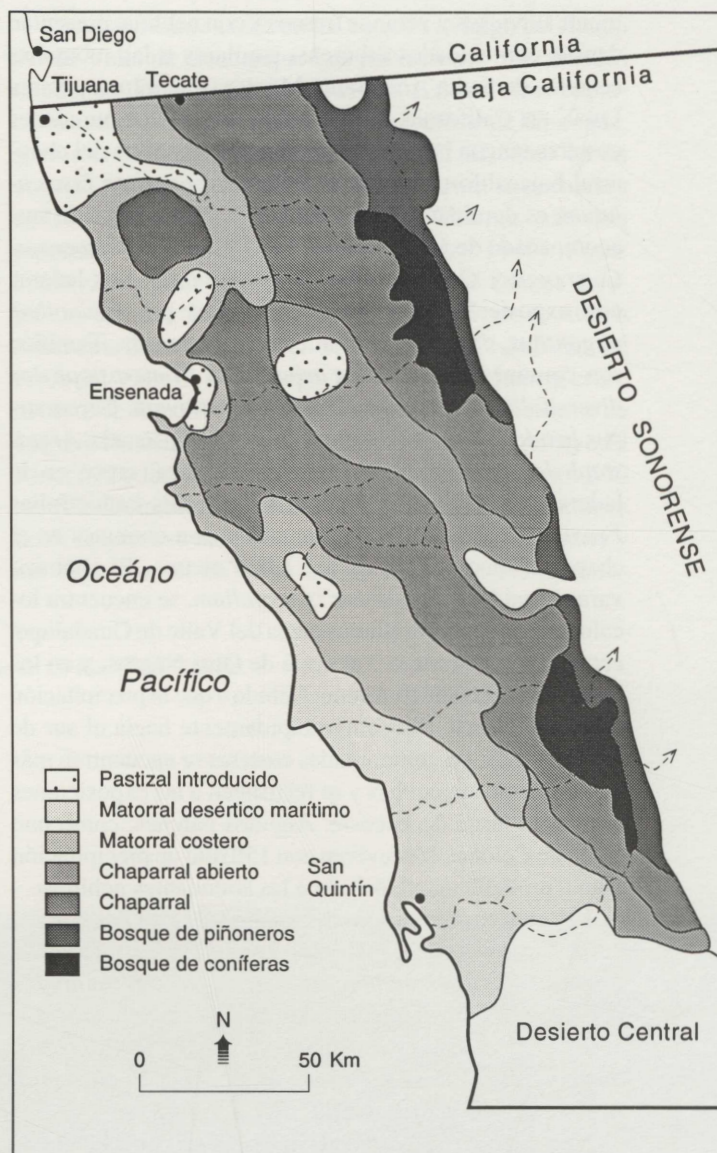
Matorral Costero/Matorral Desértico Marítimo

Las zonas montañosas abajo de 1000 metros están cubiertas por matorral costero, comunidad que consiste en una mezcla de sub-arbustos aromáticos caducifolios de

0.5 a 1.5 metros de altura, entreverados con algunos arbustos tanto perennifolios como caducifolios y una pequeña proporción de especies suculentas. El matorral costero es común en los cerros de la costa desde la frontera internacional hasta Santo Tomás y San Vicente. También se extiende hacia las cuencas interiores al norte del Valle de Guadalupe, en las faldas de los cerros alrededor de San Vicente y en las estribaciones de la Sierra de San Pedro Mártir, al oriente de la costa de San Quintín. El matorral costero casi no se encuentra en las cuencas interiores altas, como Ojos Negros, Santa Catarina y Valle de la Trinidad. Los sub-arbustos importantes incluyen *Artemisia californica*, *Eriogonum fasciculatum*, *Salvia munzii*, *Salvia mellifera*, *Lotus scoparius*, *Viguiera laciniata*, *Cneoridium dumosum* y *Encelia californica*. Hacia el sur de los Valles del Descanso y Las Palmas se encuentran dos arbustos caducifolios leñosos, *Fraxinus trifoliata* y *Aesculus parryi*, que crecen abundantemente en las laderas orientadas al norte. El matorral costero también contiene unos pocos arbustos esclerófilos perennifolios, notablemente *Malosma laurina*, *Rhus integrifolia* y *Simmondsia chinensis* (Minnich 1983; Peinado et al. 1995).

Hacia el sur de una línea desde Punta Banda a San Vicente, el matorral costero es reemplazado por el matorral desértico marítimo, que también presenta una cobertura no interrumpida de subarborescentes, pero con mayor riqueza en suculentas (Mooney, 1988; Peinado et al. 1995). Las especies importantes incluyen las dominantes del matorral costero, así como los subarborescentes de una distribución más sureña, como *Viguiera laciniata*, *Ambrosia chenopodiifolia*, *Rosa minutifolia* y *Prunus fasciculata*. Los arbustos perennifolios más comunes son las especies desérticas *Ephedra nevadensis* y *Simmondsia chinensis*, pero *Malosma laurina* y *Rhus integrifolia* también son abundantes en los arroyos. Las cactáceas importantes incluyen *Bergerocactus emoryi*, *Machaerocereus gummosus*, *Myrtillocactus cochal*, *Mammillaria dioca* y varias especies de *Opuntia*. La suculencia es más pronunciada en las vertientes con exposición al sur. Cerca de El Rosario, el matorral desértico marítimo da lugar al matorral del Desierto Sonorense. Los subarborescentes se hacen aún más dispersos y la suculencia es más pronunciada. En esta área se encuentran las poblaciones más norteñas de cirio (*Fouquieria columnaris*) y cardón (*Pachycereus pringlei*), las suculentas arbóreas más conspicuas del Desierto Central. En la Sierra de San Pedro Mártir, arriba de los 1,000 metros, el matorral de desierto marítimo se convierte en matorral costero dominado por *Eriogonum fasciculatum* y *Salvia apiana*.

La urbanización ha ejercido una presión menor en Baja California que en el sur de California sobre los matorrales costero y desértico marítimo. En Tijuana y Ensenada, así como a lo largo de la carretera costera entre las dos ciudades, se han urbanizado algunas zonas de matorral. Sin embargo, la mayor amenaza ha sido el desmonte para la agricultura. El ejemplo más reciente es la extensa



Tipos principales de vegetación del noroeste de Baja California.

conversión del matorral desértico marítimo para las plantaciones de hortalizas de riego sobre la planicie costera de San Quintín. Actualmente el norte de Baja California tiene los matorrales costeros más extensos de las Californias.

Chaparral

Con la posible excepción de la Cordillera Transversa y la Cordillera Peninsular del sur de California, Baja California norte tiene la mayor superficie de chaparral sobre la costa del Pacífico. La estructura física y la composición de especies de esta comunidad cambia con la elevación, la exposición de la pendiente y la distancia al Océano Pacífico (Minnich 1983; Peinado et al. 1995; Minnich y Bahre 1995). Los cerros de la costa, con inviernos moderada-

mente lluviosos y veranos frescos y con neblina, presentan densas comunidades arbóreas, similares a las montañas costeras de Santa Ana, Santa Mónica, Santa Inez y Santa Lucía en California. Es probable que las comunidades costeras tengan la mayor diversidad de especies del chaparral bajacaliforniano. El chamizo, *Adenostoma fasciculatum*, es dominante en las vertientes con exposición sur; acompañado de *Malosma laurina*, *Ceanothus verrocosus*, *C. greggii* y *Ornithostaphylos oppositifolia*. Las laderas con exposición norte están dominadas por *Ceanothus oliganthus*, especialmente al este de Ensenada. También son comunes *Heteromeles arbutifolia*, *Comerostaphylos diversifolia*, *Xylococcus bicolor* y *Rhus ovata*. *Cercocarpus betuloides* es importante al norte de Ensenada. *Arctostaphylos bolensis*, una especie endémica, crece en la ladera este del Cerro Bola. Las especies caducifolias *Fraxinus trifoliata* y *Aesculus parryi* son comunes en el chaparral mixto abajo de los 1,000 metros. El chamizo vara colorada, *Adenostoma sparsifolium*, se encuentra localmente en la Sierra Blanca cerca del Valle de Guadalupe, cercano a la Carretera 3 al oeste de Ojos Negros, y en los picos al noroeste de El Alamo. Debido a que la precipitación cerca del océano disminuye rápidamente hacia el sur de Santo Tomás, las comunidades costeras se encuentran más comúnmente en parches y se restringen a las exposiciones norte a lo largo de la costa. Algunos parches, como uno cerca de Colonet, sobreviven con 150 mm de precipitación anual, probablemente debido a las abundantes neblinas.

Las cuencas semiáridas del interior, desde Ojos Negros hasta Santa Catarina, presentan comunidades abiertas de *Adenostoma fasciculatum* en asociación con *Juniperus californica*. Estas comunidades tienen muchos arbustos desérticos y especies suculentas como *Ephedra nevadensis*, *Simmondsia chinensis*, *Prunus fasciculata*, *P. fremontii*, *Acacia greggii* y *Yucca schidigera*.

Más adentro, las vertientes méxicas en el occidente de las Sierras Juárez y San Pedro Mártir presentan un segundo cinturón de chaparral denso, pero con menor diversidad de especies que en los cerros costeros. La mayoría de estas comunidades consisten principalmente de dos especies, *Adenostoma fasciculatum* y *Ceanothus greggii* var. *perplexans*, con parches de chamizo vara colorada, *A. sparsifolium*, en las áreas de sustrato granítico.

Mientras que *A. fasciculatum* se encuentra abundantemente en la Sierra de Juárez, *A. sparsifolium* se concentra en las altiplanicies al norte de Santa Catarina, el flanco occidental de la Sierra de San Pedro Mártir y entre El Alamo y Santa Catarina. En ambas comunidades, otros arbustos y especies suculentas como *Rhus ovata*, *Arctostaphylos pungens*, *A. pringlei*, *Quercus dumosa*, *Eriogonum fasciculatum* y *Yucca schidigera* forman una cobertura rala, usualmente menor al 1%. En las partes más altas, desde Tecate a Laguna Hanson (1,200 m), se encuentran pequeñas áreas de chaparral mixto dominado por *Ceanothus leucodermis*, *Arctostaphylos glandulosa* y *A. glauca*. Al sur de la Sierra de Juárez y en la Sierra de

San Pedro Mártir, el chaparral mixto es reemplazado por chaparral de manzanita peninsular, invariablemente dominado por comunidades de *Arctostaphylos peninsularis*.

Los escarpes orientales semiáridos de la Cordillera Peninsular entre 1,000 y 2,300 metros albergan comunidades abiertas de chaparral desértico que crece en asociación con los bosques de los pinos piñoneros *Pinus quadrifolia* y *P. monophylla*. Los arbustos comunes incluyen *Quercus turbinella*, *Q. cornelius-mulleri*, *Q. cedroensis*, *Rhus ovata*, *Rhamnus crocea*, *Prunus ilicifolia*, *Ceanothus greggii* y algunas especies de hoja suculenta, como *Yucca schidigera*, *Nolina parryi* y *Agave deserti*.

Los encinos perennifolios son sorprendentemente infrecuentes en el chaparral. *Quercus dumosa* es común solamente cerca de Tecate y en los cerros costeros hacia el sur, hasta Ensenada. Entre las especies arbóreas, *Quercus wislizenii* se ha encontrado solamente en la Sierra Blanca, al noroeste de Laguna Hanson, y en tres localidades en la ladera occidental de la Sierra de San Pedro Mártir, cerca de los 1,600 metros (para las distribuciones de árboles en Baja California, ver Minnich 1987). Un ecotipo arbustivo y de hoja pequeña de *Q. chrysolepis* prospera en las laderas pronunciadas con exposición al sur y en los cañones, en las partes más altas del área de chaparral. Unas cuantas poblaciones crecen en las cimas de los cerros costeros, incluyendo la Sierra Blanca y Cerro Los Pinos. En la Sierra de Juárez, *Q. chrysolepis* se encuentra sobre las cimas rocosas que se levantan de la planicie de la Sierra y en las partes altas de las mesetas volcánicas hacia el sur. En la Sierra de San Pedro Mártir es más generalizado como sotobosque en los bosques mixtos de coníferas.

El chaparral no está limitado a las zonas de clima mediterráneo de la península. Algunas comunidades se encuentran en las cimas de las montañas del Desierto Central, incluyendo las Sierras de San Borja, la Asamblea y Libertad, así como en el Volcán de las Tres Vírgenes. *Malosma laurina*, *Prunus ilicifolia* y *Heteromeles arbutifolia* ocurren aún más hacia el sur, en la Sierra de la Giganta y la Laguna.

El chaparral de la parte norte de la península puede considerarse un ecosistema ejemplar funcionando bajo disturbio natural. No habiendo supresión de incendios, los fuegos son numerosos y relativamente pequeños, mientras que en California la reducción en el número de incendios través de la supresión ha aumentado el tamaño y la intensidad de estos eventos (Minnich y Chou, 1997), es decir, existe una relación inversa entre la frecuencia y el tamaño de los incendios. Los incendios sólo ocurren cuando hay una acumulación suficiente de combustible, por lo que la posibilidad de un evento es un factor que depende del tiempo. En la mayoría de los casos, el fuego se detiene cuando llega a una zona quemada recientemente, donde no hay suficiente combustible para que el incendio continúe. Los periodos de retorno de los incendios son aproximadamente iguales en ambos países, alrededor de 55 años.

Bosque de Coníferas de Cono Cerrado

El chaparral que cubre los cerros costeros contiene numerosas colonias pequeñas de bosque de coníferas de cono cerrado. El ciprés de Tecate, *Cupressus forbesii*, es común en Otay Mountain y el Pico Tecate sobre la frontera internacional, así como en el Cerro Bola y en cerros al este de los llanos costeros de Ensenada (Minnich 1987). Esta especie también ocurre en algunas cimas al suroeste de San Vicente y en las faldas de los cerros al este de la planicie costera de San Quintín. El ciprés de Arizona, *Cupressus arizonica* var. *stephensonii*, crece localmente a lo largo de Cañada el Rincón y sobre las mesetas adyacentes al este de Santa Catarina, al sur de la Sierra de Juárez (Moran 1977). Esta población es aparentemente con-específica con el ciprés de Cuyamaca (*Cupressus arizonica*) que se encuentra en las laderas occidentales de Cuyamaca Peak en el Condado de San Diego.

Pinus attenuata crece en los cerros a lo largo del flanco sur de Valle de Guadalupe. Las poblaciones más grandes se encuentran en el Cerro Miraciolo. Existen otras poblaciones en el Cerro Los Pinos, 35 km al sureste de Ensenada, y en una cima al oeste de San Vicente, así como en un cerro al sur de Santo Tomás. *Pinus muricata* se encuentra en los riscos de la costa al oeste de San Vicente, y ha sido reportado en Punta San Quintín (Gentry 1949). *Pinus coulteri*, un pino parcialmente serotino, se conoce solamente en seis localidades. Sobre los cerros costeros solamente lo encontramos en Sierra Blanca, a 1,300 metros, cerca del Valle de Guadalupe. En la Sierra de Juárez, crece al oeste de Rancho San Faustino, en un pico al noroeste de Laguna Hanson y en las mesetas volcánicas de Arroyo El Rincón. Todas estas colonias ocurren entre 1,200 y 1,500 metros. En la Sierra de San Pedro Mártir, las poblaciones de *P. coulteri* se hallan solamente en los extremos norte y sur de la sierra, en sitios tan apartados de los caminos

Bosque piñonero de *Pinus quadrifolia* y *P. monophylla* sobre la altiplanicie de La Rumorosa-El Topo.



principales que no fueron encontrados hasta 1986 (Minnich 1987).

En Baja California, la fotografía aérea repetida demuestra que *Cupressus forbesii* y *Pinus attenuata* forman poblaciones de edad uniforme con varios grados de madurez dentro de la estructura de parches del chaparral. Esto sugiere que estas coníferas han sido exitosas durante este siglo con un régimen de incendios de reemplazo de poblaciones. Varios estudios en California indican que los incendios de reemplazo de poblaciones pueden ser característicos de los bosques de cono cerrado debido a su asociación con el combustible abundante y continuo del chaparral (Vale 1979; Borchert 1985). Estos árboles también responden al fuego con un gran esfuerzo reproductivo y alta capacidad de colonización (revisión de Vogl et al. 1988), ya que las plántulas germinan de semillas retenidas en los conos serotinos de los árboles muertos por el fuego. Por lo tanto, estas especies podrían no ser afectadas por los incendios de mayor intensidad generados por la supresión de incendios. Los datos de los perímetros de incendios en Baja California revelan que el fuego pocas veces ocurre dentro de un periodo de 20 años.

El riesgo más grande para los bosques de cono cerrado de Baja California puede ser la tala para la recolección de leña. Sin embargo, la mayoría de las comunidades están protegidas dentro de un chaparral impenetrable. La frecuente ocurrencia de lugares con nombres como "Ciprés" y "Pino" en las cartas topográficas INEGI mexicanas indican que estos bosques son apreciados por los mexicanos. Es común ver cipreses nativos cuidadosamente podados en forma arbórea en los ranchos.

Quizás el mayor valor de los bosques de cono cerrado puede ser como recurso genético. Los bosques fragmentados de cono cerrado en Baja California norte pueden haber estado aislados de las poblaciones vecinas en California por largo tiempo. Por ejemplo, Moran (1977) observó que los conos de *P. coulteri* en el sur de la Sierra de Juárez son inusualmente pequeños para la especie. Tom Ledig, un genetista de especies forestales de Berkeley, California, declara que existe más diversidad genética entre las pocas poblaciones de Baja California norte que en todos los bosques de California. El sugiere que solamente una raza se dispersó hacia el norte en California después de la última glaciación. En algunas observaciones de *P. attenuata* en el Cerro Los Pinos, los árboles parecen ser inusualmente altos y de ramas cortas, en comparación con los de California.

Bosque Ripario

Fuera de las zonas de montaña, los bosques altos de Baja California están limitados a los ecosistemas riparios. *Populus fremontii*, *Platanus racemosa* y *Salix* spp. se encuentran abundantemente en las Cordillera Peninsular y cerros costeros de Baja California norte. *Populus* y *Salix*

también crecen en los arroyos del lado del Desierto Sonorense, así como el delta del Río Colorado. Los oasis de *Washingtonia filifera* y *Brahea armata* se encuentran en sitios húmedos en muchos arroyos desérticos del escarpe oriental de la Sierra Juárez, y tanto en el flanco costero como en el lado del desierto en la parte sur de la Sierra de San Pedro Mártir. Una población aislada de *W. filifera* fue reportada por primera vez por Orcutt en la vertiente del lado del Pacífico en Valle de las Palmas (Orcutt 1883). En los ecosistemas riparios son escasas otras especies arborescentes. *Populus trichocarpa* ocurre en la Sierra de San Pedro Mártir sobre el Arroyo de La Grulla y el Río de San Rafael. Se ha colectado *Fraxinus velutina* solamente en los arroyos del desierto en la parte sur de esa sierra.

En comparación con California, la diversidad de especies en los bosques riparios de Baja California norte es baja. Varios árboles californianos llegan casi hasta la frontera internacional, pero no cruzan al lado mexicano (Griffin y Critchfield 1976; Minnich 1982). Los límites sureños de *Acer macrophyllum* y *Umbellularia californica* están en el Condado de San Diego. *Alnus rhombifolia*, cuyo límite meridional esta en Mount Cuyamaca en el Condado de San Diego, ha sido reportado por equivocación en Baja California norte (Wiggins 1980). Esto se puede deber a una error en la traducción de la palabra "aliso" de los diarios españoles del Siglo XVIII. En México, esta palabra también puede referirse a *Platanus* spp. Nosotros hemos observado que los reportes de "aliso" en los diarios españoles se refieren consistentemente a colonias de *Platanus racemosa*. De manera similar, el uso de "madroño" por los españoles puede ser la razón de que sea haya incluido a *Arbutus menziesii* como una especie corriente en las Sierras de Juárez y San Pedro Mártir (Wiggins 1980). Sin embargo, *A. menziesii* no ha sido colectado en Baja California; y su límite sur está en Mount Palomar en el Condado de San Diego (Griffin y Critchfield 1976). Creemos que los diarios españoles se referían a *Arctostaphylos* spp., las cuales son similares al madroño fresa, *Arbutus unedo*, en su follaje, inflorescencia y corteza lisa de color café-rojizo, que es abundante en la cuenca del Mediterráneo; o posiblemente a *Arbutus andrachne*, que ocurre en la parte occidental de dicha cuenca (Minnich 1987).

La pobreza florística de los bosques riparios de Baja California norte puede ser un producto de la frecuente remoción de las poblaciones debido a la variabilidad natural del clima. Las especies riparias se destacan por su capacidad de dispersión de semillas a larga distancia, como una adaptación a la fragmentación de hábitats con humedad adecuada en las zonas secas. Baja California se encuentra en el margen meridional de las tormentas frontales de invierno, por lo que la sequía, suficientemente severa como para agostar los propios arroyos, puede ser particularmente importante en la región. De hecho, la frecuencia de inviernos sin precipitación significativa aumenta desde aproximadamente una vez por siglo cerca de la

frontera internacional a una vez por década en San Quintín. *Populus fremontii* y *Salix* spp., los árboles riparios con distribución más amplia, tienen semillas anémofilas, capaces de establecer nuevas colonias rápidamente a largas distancias. La recolonización puede ser menos eficiente entre las especies con semillas pesadas que tienen alas, o entre los árboles de fruto, y eso puede explicar su ausencia en Baja California. Solamente *Platanus racemosa* sobrevive a lo largo de la costa del Pacífico, generalmente al norte de San Vicente.

Encinales

El encino verde, *Quercus agrifolia*, se limita casi enteramente a los arroyos y márgenes de las cuencas, en contraste con los extensos bosques de las montañas costeras de California. Este encino es más común en el flanco occidental de la Sierra Juárez hacia el sur, hasta Laguna Hanson; y en las montañas costeras hacia el sur, hasta Santo Tomás. También se presentan unas pocas poblaciones en la cordillera transversa, de Santo Tomás hasta cerca de Valle de la Trinidad. La especie tiene su límite sureño en el escarpe occidental de la Sierra de San Pedro Mártir. A pesar de que en California existen muchas poblaciones pequeñas del encino azul, *Quercus engelmannii*, incluso hasta un kilómetro al norte de la frontera internacional, en el lado mexicano solamente existe una población, 4 kilómetros al sur de Tecate.

Durante los últimos 40 años, las políticas mexicanas de conservación han hecho hincapié en la protección de las especies de *Quercus*, que tiene su máxima diversidad en el país. Las prácticas de conservación se deben en parte a la intensa explotación de los encinos por varios siglos en el interior del país. Es muy probable que en Baja California el impacto del corte de leña para uso casero haya sido muy local y tenido poca importancia regional, ya que la introducción de gas propano como combustible doméstico ocurrió antes del crecimiento explosivo de las ciudades fronterizas después de la Segunda Guerra Mundial. Sin embargo, es posible que *Quercus engelmannii* haya sido erradicado de la Sierra Juárez cerca de la frontera internacional, especialmente cerca de Tecate, donde la demanda para leña puede haber sido intensa. Esta especie no rebrota fácilmente después de un disturbio; lo que es típico de los encinos caducifolios, y quizás sea fuertemente afectado por la poda. Es poco probable que *Q. engelmannii* haya sido abundante alguna vez en el lado mexicano. Aunque hay extensas arboledas de encino azul en el Condado de San Diego, desde Mount Palomar hasta el flanco occidental de Mount Cuyamaca, es muy escaso al sur de la Carretera Interestatal No. 8 (Griffin y Critchfield 1976).

Las fotografías aéreas repetidas en Baja California desde 1938 muestran pocas evidencias de que *Q. agrifolia* haya sido talado para leña o construcción. Sin embargo, el pastoreo intenso en las cuencas cercanas a la áreas pobladas

parece eliminar el reclutamiento. Un ejemplo pueden ser los bosques entre Tecate y Neji, los cuales están compuestos de poblaciones abiertas de árboles viejos. En cambio, las poblaciones remotas, como las que ocurren en el Arroyo El Barbón y en las faldas occidentales de la Sierra de San Pedro Mártir, están experimentando fuerte reclutamiento.

Bosque de Pino Piñonero

En el interior de la Cordillera Peninsular, arriba de los 1,300 metros, se encuentran numerosos bosques de dos especies de pinos piñoneros, *Pinus quadrifolia* y *P. monophylla*. Baja California norte es el centro de distribución de *P. quadrifolia*, ya que solamente unas pocas poblaciones dispersas existen al norte de la frontera internacional, en las Montañas de la Laguna en el Condado de San Diego, y en el Monte San Jacinto. *P. quadrifolia* crece en poblaciones pequeñas y compactas en medio de comunidades maduras y muy densas de chaparral de chamizo de vara prieta, vara colorada o manzanita peninsular. Se pueden encontrar parches en la cresta de la Sierra Juárez, en las cuencas interiores desde Ojos Negros hasta Santa Catarina, en las mesetas al sur de la Sierra Juárez y en el flanco occidental de la Sierra de San Pedro Mártir, que es el límite sur de la especie. En los escarpes orientales de la Cordillera Peninsular encontramos bosques continuos de piñón asociados con chaparral desértico, en los que la dominancia cambia de *P. quadrifolia* a *P. monophylla* hacia la orilla del desierto. La población más grande de *P. quadrifolia* crece en la parte superior del acantilado este de la Sierra de San Pedro Mártir, arriba de los 1,500 metros.

La amplia distribución de los bosques de pino piñonero en Baja California norte ya se conocía a fines del Siglo XIX. Lemmon reportó en el *Lower Californian* (3 de junio, 1892) que "los bosques de piñón, compuestos de *Pinus parryana* o *Pinus quadrifolia* . . . [empiezan] unas pocas millas al sur de la frontera . . . y se extienden hacia el sur a lo largo de las costillas de la península, con solo unos pocos claros, hasta la punta sur de la Sierra de San Pedro Mártir". También reportó que "otro pino piñonero, *P. monophylla*, mantiene una precaria existencia a lo largo de los precipicios desérticos".

En los bosques de pino piñonero existe un régimen de incendios de reemplazo de poblaciones a intervalos desde 125 años hasta varios siglos (Minnich y Chou 1997), parecido al de California (Wangler y Minnich 1996). Los largos intervalos se deben a la baja productividad de este ecosistema semiárido. Los bosques fragmentados de *P. quadrifolia* de la vertiente del Pacífico probablemente se queman a intervalos de 50-70 años, de manera similar al chaparral.

Para los nativos, el uso principal de este ecosistema era la cosecha de piñón en el otoño. Tan recientemente como a mediados del siglo XX, las tribus de Paipai y Kiliwa re-



Chaparral de chamizo y manzanita sobre el Arroyo El Barbón, en la vertiente occidental de la Sierra Juárez.

cogían piñón en las montañas cerca de Paso San Matías (Meigs 1935, 1939). Los Kiliwa colectaban piñón hasta hace una década, cuando les quemaron su piñonal, mientras que los Paipai siguen practicando la recolección hasta la fecha (Estrada, 1997, Com. Pers.). Indudablemente, los usos del suelo de tipo europeo tuvieron un impacto local sobre este ecosistema. *Pinus quadrifolia* y *Juniperus californica* se utilizaron para la construcción y como combustible en los hornos para fundir oro en Japú, Tres Pozos, y El Alamo (Chaput, Mason y Loperena 1992). Sin embargo, la demanda de leña para tales procesos como fundición, trituración y bombeo fueron limitados porque casi todos los yacimientos auríferos eran placeres. Todas las minas se acabaron en unos pocos años después de su descubrimiento. Actualmente, los bosques piñoneros en la altiplanicie de la

Sierra Juárez están ocupados por unos pocos ranchos ganaderos, mientras que las comunidades del acantilado este de la Sierra de San Pedro Mártir nunca han sido pobladas. Los rancheros han utilizado los piñoneros, así como la huata (*Juniperus californica*) y el chamizo vara colorada para hacer postes y construir potreros desde los primeros años del siglo XIX, pero se desconoce el impacto de la construcción y mantenimiento de tal infraestructura. El uso de madera puede haber sido ligero porque la mayoría de las montañas se han utilizado para el pastoreo hasta recientemente. La mayoría de los cercos se construyeron para subdividir las mejores praderas y los ranchos.

Hemos observado la cosecha local de leña de piñón en la Sierra de San Pedro Mártir para uso en San Felipe. Sin embargo, la baja demanda de leña y el aumento en el uso

de combustibles fósiles parecen haber limitado la explotación de esos árboles. La distancia de transporte se ha convertido en la limitante más grande, ya que la recolección de leña a distancias mayores a 10 kilómetros se considera desventajosa (Anónimo, 1988).

Hasta la fecha, persiste un nivel de uso de los recursos naturales por parte de las comunidades indígenas, tanto en la elaboración de artesanías como en su aprovechamiento para alimento, vestido y material de construcción. Se utilizan el sauce (*Salix* spp.) y el junco (*Juncus* spp.) para la fabricación de canastos. El encino (*Quercus* spp.) y sauce sirven para la elaboración de arcos; mientras que las flechas se hacen con carrizo (*Phragmites communis*), huatamote (*Baccharis glutinosa*) y cachanilla (*Pluchea sericea*), con puntas de piedra o chamizo vara prieta (*Adenostoma fasciculatum*). El corazón de la palmilla (*Yucca schidgera*) se usa para hacer mieleras, mientras que la corteza de esta especie sirve para hacer sandalias. El maguey (*Agave* spp.) se aprovecha de diversas maneras: la flor y el tallo se usan como alimento, mientras que con su fibra se hacen redes para diferentes usos. Se hacen faldas con corteza de sauce. Entre los frutos, los que más se aprovechan son el piñón (*Pinus quadrifolia* y *P. monophylla*), la bellota (*Quercus* spp.), la jojoba (*Simmondsia chinensis*), la chia (*Salvia columbariae*), las tunas (*Opuntia* spp.), las pitaya dulce (*Stenocereus thurberi*) y la pitaya agria (*Machaerocereus gummosus*). Las viviendas utilizan encino, piñón (*Pinus quadrifolia* principalmente) y huata (*Juniperus californica*) en los muros, y sotol (*Nolina* spp.) para los techos. Por otra parte, hay un extenso uso de las plantas para fines medicinales (Moisés Santos, Instituto de Culturas Nativas, com. per.).

Bosque Mixto de Coníferas

Las partes más altas de la Cordillera Peninsular están cubiertas por bosques mixtos de coníferas californianas. En la Sierra de Juárez, arriba de los 1,300 metros, crecen comunidades monotípicas de *Pinus jeffreyi* en los valles y en las orillas de la praderas. Los bosques se extienden desde 25 km al suroeste de Tecate hasta Arroyo Rincón, cerca de Santa Catarina, cubriendo una distancia de 60 km. Las comunidades más grandes están cerca de Laguna Hanson. Unas pocas colonias de *Calocedrus decurrens* crecen entre los pinos de las ciénegas cerca de Laguna Hanson y en la altiplanicie, 15 kilómetros al sur de la laguna. Los bosques en la Sierra de San Pedro Mártir, entre 1,500 y 2,000 metros, son también dominados por *P. jeffreyi*, con la mayoría de las comunidades creciendo en los valles. Arriba de los 2,100 metros se encuentran extensos bosques mixtos de coníferas que cubren los cerros y los valles, en forma similar a los bosques de las montañas costeras y la Sierra Nevada de California (para distribuciones detalladas, ver el otro artículo de Minnich y Franco, en este número).

Las vertientes con exposición al sur están cubiertas con *P. jeffreyi* mezclado con abeto blanco (*Abies concolor*) y pino dulce (*P. lambertiana*). Estas dos últimas especies son dominantes en las vertientes fuertes con exposición norte. El ciprés de montaña endémico, *Cupressus montana*, se junta con el bosque mixto de coníferas en las partes altas del acantilado oriental, desde Cerro Venado Blanco hasta el este de La Encantada, mientras que *P. contorta* es común cerca de las praderas y a lo largo de los arroyos en Vallecitos. El pino colorado, *Calocedrus decurrens*, prospera en los arroyos, especialmente en la vertiente oeste de la montaña. El alamillo, *Populus tremuloides*, se distribuye ampliamente en los sitios húmedos de la altiplanicie de la Sierra de San Pedro Mártir, arriba de 2,300 metros. El sotobosque tiene una rala cubierta de arbustos, dominada por *Arctostaphylos patula*, *A. pringlei*, *A. pungens*, *Ceanothus cordulatus*, *Quercus chrysolepis*, *Q. peninsularis*, *Artemisia tridentata*, *Salvia pachyphylla* y *Symphoricarpos parishii*. El bosque mixto de coníferas de la Sierra de San Pedro Mártir es único en México (Rzedowski 1978), ya que los rangos de todas las especies coníferas, con la excepción del abeto blanco, están limitados a Baja California norte. El abeto blanco se extiende hacia el sur desde las Montañas Rocallosas hasta la Sierra Madre Occidental en Durango (Martínez 1947).

Es probable que los incendios superficiales recurrentes sean la causa principal de los bosques abiertos de la SSPM. Los incendios habituales son de intensidad moderada, con una extensión de hasta 5,000 hectáreas y con intervalos entre incendios de aproximadamente 50 años. En los bosques mixtos de coníferas, algunos incendios pueden persistir por varias semanas o meses. Las comunidades están constituidas por mezclas heterogéneas de pinos jóvenes y viejos, con densidades de 50-150 individuos por hectárea, de un modo similar a lo descrito para California antes del control de incendios. Los datos obtenidos en cronosecuencias demuestran un reclutamiento gradual de renuevos entre incendios, pero la mayoría son eliminados selectivamente por los incendios, los cuales pueden alcanzar una altura de 5 a 15 metros. Aparentemente existe un balance entre la tasa de ingreso y la mortalidad en las clases mayores. La hipótesis de que los bosques de SSPM han permanecido sin cambios durante los últimos 100 años es apoyada por la similitud de nuestros datos de densidad y diámetro de troncos y los de D. K. Allen, 1888, así como por las fotografías históricas tomadas en 1906 por el Reconocimiento Biológico (Nelson 1921).

Por otro lado, la supresión de incendios en los bosques mixtos de coníferas en California durante el último siglo ha generado un rápido incremento en la frecuencia de incendios (eventos/área), así como en la densidad de las comunidades y la acumulación de combustibles en el sotobosque. Además, muchos bosques muestran un cambio de dominancia, de *Pinus ponderosa* o *Pinus jeffreyi* maduros hacia las clases juveniles de *Abies concolor* y *Calocedrus decurrens*. Por ejemplo, los datos del Recono-

cimiento Cartográfico de Vegetación Tipo Californiano 1929-34 dan densidades de 80-180 individuos por hectárea, lo cual está dentro del rango de densidades actuales en SSPM. Sin embargo, después de 60 años, los mismos sitios muestran un aumento de 100 a 200 individuos de diámetro mayor de 10 cm por hectárea, y la tasa de incremento es directamente proporcional a la media anual de precipitación (Minnich et al. 1995).

El régimen de incendios de incendios superficiales en parches ha cambiado a incendios extensos que reemplazan las comunidades. Esto se debe probablemente al aumento en la acumulación de combustible como resultado de la supresión de incendios, y a la formación de "escaleras de combustible" que le permiten al fuego alcanzar el dosel. Hay ejemplos recientes de grandes incendios de este tipo, como el del Parque Nacional de Yosemite y el del Bosque Nacional de Stanislaus en la Sierra Nevada, así como en las montañas costeras del sur de California (Weatherspoon et al., 1992). Muchos de estos incendios han superado las 100,000 hectáreas, mayores que cualquier incendio en la SSPM por un orden de magnitud. Atribuimos los grandes tamaños de los incendios en California al aumento en los intervalos entre incendios, lo que ha favorecido la acumulación de combustibles y la uniformidad en la estructura de los parches, al igual que en el chaparral californiano (Minnich 1983; Minnich y Chou 1997).

La baja densidad histórica de la población humana y la inaccesibilidad de los bosques de coníferas en Baja California han evitado la remoción significativa de madera durante los últimos dos siglos. En la Sierra Juárez, los bosques de pino fueron cortados durante el auge minero en Japú y El Alamo. La Compañía Internacional de Colonización construyó un camino desde El Alamo hasta el bosque en La Tableta (25 km al sur de Laguna Hanson) donde se edificó un aserradero de vapor con la intención de entregar "10,000 pies de madera . . . por día" a los campos mineros en El Alamo (Lower Californian, Agosto 1, 1889, Mayo 9, 1890). Sin embargo, el aserradero en "La Tableta" probablemente duró solamente los pocos años del auge del oro en El Alamo; y por lo tanto no tuvo un impacto persistente en el bosque de ese lugar. El Ejido Sierra Juárez estableció un aserradero de motor de gasolina en Arroyo del Sauz, 5 km al sur de Laguna Hanson en los treinta, y hubo una limitada explotación de pino Jeffrey, pero el aserradero cerró en los ochentas.

Los bosques de la Sierra de San Pedro Mártir prácticamente nunca han sido talados. Sin embargo, los intereses económicos externos ponen en peligro las formas locales de subsistencia. De manera particular, la presión ejercida sobre las compañías estadounidenses para cerrar sus operaciones en California, debido a la controversia sobre el hábitat del búho manchado, *Strix occidentalis*, las ha obligado a buscar en el sur nuevos sitios para talar. El periódico nacional La Jornada publicó que se le había otorgado a Diamond Mountain Resources, una compañía del Condado de Almanor, California, una concesión para

explotar los recursos biológicos de la Sierra de San Pedro Mártir. Los incentivos económicos favorecen el corte del máximo número posible de árboles, lo que tendría el efecto de revertir la dinámica normal del bosque, al favorecer el reclutamiento de árboles jóvenes. Pero este reclutamiento no asegura la recuperación del bosque, porque la abundancia y pequeña estatura de los renuevos y árboles jóvenes aumenta el potencial para los incendios de reemplazo de comunidades. No tiene sentido decir que la supresión de incendios protege al bosque reduciendo la ocurrencia de los incendios. En los bosques mixtos de coníferas californianas se tiene que reconocer que un árbol maduro es un pequeño residuo de la eliminación selectiva, por medio del fuego, de cientos y posiblemente miles de individuos jóvenes. Es indudable que el uso sustentable de los bosques requiere una consideración cuidadosa de los procedimientos apropiados para la tala.

Conclusión

El antiguo aislamiento de Baja California norte ha sido modificado drásticamente por el desarrollo económico. El crecimiento urbano y agrícola se concentraba anteriormente en el Valle de Mexicali y las ciudades fronterizas. La apertura de la Carretera Transpeninsular y la Carretera 3 de Ensenada a San Felipe durante los años setenta propiciaron un rápido desarrollo agrícola y el establecimiento de ejidos y pueblos sobre la planicie costera de San Quintín y el Valle de San Telmo. También se construyeron caminos secundarios hacia la Sierra de Juárez y al Observatorio Nacional en la Sierra de San Pedro Mártir.

El aumento en la accesibilidad de la región presenta tanto riesgos como oportunidades. Uno de los riesgos es la posibilidad de que se introduzcan los sistemas de manejo de los países industrializados, tales como la supresión de incendios, lo cual pudiera generar cambios irreversibles que hagan a los ecosistemas de Baja California indistinguibles de los de la Alta California.

El mantenimiento y restauración de los ecosistemas demanda tener conocimiento del pasado. El futuro manejo del suelo en Baja California debe considerar críticamente el estado de "buen manejo" que guardan los ecosistemas del norte de la península: la fragmentación de los matorrales debido a los incendios pequeños y los bosques abiertos de coníferas, resistentes a los incendios catastróficos. Algunas partes de la Baja California son una reminiscencia de los paisajes californianos del siglo XIX, con los cuales se pueden comparar los sistemas de manejo. La parte norte de la península pudiera ser un "muestuario" de ecosistemas funcionando bajo los disturbios naturales y los sistemas tradicionales de manejo, para efectos de comparación con ecosistemas templados similares en la Alta California. La región es un extraordinario recurso para la investigación ecológica.

Literatura Citada

- Anónimo. 1988. Análisis de la estructura de consumo de energía en el medio rural de la península de Baja California. Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal—Comisión de las Comunidades Europeas. México, D.F.
- Bahre, C.J. 1991. Legacy of change: Historic human impact on vegetation of the Arizona borderlands. University of Arizona Press, Tucson. 231 pp.
- Borchart, M. 1985. Serotiny and cone-habit variation in populations of *Pinus coulteri* (Pinaceae) in the southern coast ranges of California. *Madroño* 32:29-49.
- Bolton, H.E. 1927. Fray Juan Crespi: missionary explorer on the Pacific Coast, 1769-1774. University of California Press, Berkeley.
- Chaput, D., W.M. Mason, y D.Z. Loperena. 1992. Modest fortunes: Mining in northern Baja California. Natural History Museum of Los Angeles County. 245 pp.
- Gentry, H.C. 1949. Land plants collected by the Valero III, Allan Hancock Pacific Expeditions 1937-41. University of Southern California Press, Los Angeles, 245 pp.
- Griffin, J.R. y W.B. Critchfield. 1976. The distribution of forest trees in California. USDA Forest Service Research Paper PSW-82. Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, Berkeley, CA.
- Hanes, T.L. 1988. Chaparral. Pp. 417-469. En: Terrestrial vegetation of California (M.G. Barbour y J. Major, eds.). California Botanical Society.
- Heady, H.F. 1988. Valley grassland. pp. 491-514. En: Terrestrial vegetation of California (M.G. Barbour y J. Major, eds.). California Botanical Society.
- Henderson, D.A. 1964. Agriculture and stock raising in Baja California. Ph.D. dissertation. University of California, Los Angeles.
- Huenneke, L.F., y H.A. Mooney (eds.). 1989. Grassland structure and function: California annual grassland. Dordrecht Series: Tasks for vegetation science, Volumen 20. Dordrecht, Boston.
- Humphrey, R.R. 1987. 90 Years and 535 Miles: Vegetation changes along the Mexican Border. University of New Mexico Press, Albuquerque. 449 pp.
- Lockmann, R.F. 1981. Guarding the forest of southern California: Evolving attitudes toward conservation of watershed, woodlands, and wilderness. Arthur H. Clark Company, Glendale, CA.
- Martínez, M. 1947. Baja California: Reseña Histórica del Territorio y de su Flora. Ediciones Botas. México, D.F.
- Meigs, P. 1935. The Dominican mission frontier of Lower California. University of California Publications in Geography 7:1-232.
- Meigs, P. 1939. The Kiliwa Indians of Lower California. Ibero-Americana Vol 15.
- Minnich, R.A. 1982. *Pseudotsuga macrocarpa* in Baja California? *Madroño* 29:22-31.
- Minnich, R.A. 1983. Fire mosaics in southern California and northern Baja California. *Science* 219:1287-1294.
- Minnich, R.A. 1987. The distribution of forest trees in northern Baja California. *Madroño* 34:98-127.
- Minnich, R.A. 1988. The biogeography of fire in the San Bernardino Mountains of California: A historical survey. University of California Publications in Geography 28:1-121.
- Minnich, R.A., y C.J. Bahre. 1995. Wildland fire and chaparral succession along the California-Baja California boundary. *International Journal of Wildland Fire* 5:13-24.
- Minnich, R.A., M.G. Barbour, J. Burk, y R. Fernoe. 1995. Sixty years of change in conifer forest of the San Bernardino Mountains, California. *Conservation Biology* 9:902-914.
- Minnich, R.A. y Y.H. Chou. 1997. Wildland firepatch dynamics in the chaparral of southern California and northern Baja California. *Journal of Wildland Fire* 7:221-248.
- Mooney, H.A. 1988. Southern coastal scrub. pp. 472-487. En: M.G. Barbour y W.D. Billings (eds.), North American terrestrial vegetation. Cambridge University Press, New York. 1002 pp.
- Moran, R. 1977. Plant notes from the Sierra Juárez of Baja California, Mexico. *Phytologia* 35:205-214.
- Nelson, E.W. 1921. Lower California and its natural resources. *Memoirs of the National Academy of Sciences* 16:1-194.
- Orcutt, C.R. 1883. *Washingtonia* at Valle las Palmas. *Bulletin Torrey Club* 10:81.
- Orcutt, C.R. 1886a. A botanical trip. *The West American Scientist* 2:54-58.
- Orcutt, C.R. 1886b. Northern Lower California. *The West American Scientist* 2:37-41.
- Parry, C.C. 1859. Part I., Botany of the boundary, Introduction. En: Report on the United States and Mexican Boundary Survey, Vol II (bajo la dirección de W.H. Emory). XXXIV Congreso, Primera Sesión, House of Representatives. Washington, D.C.
- Peinado, M., C. Bartolome, J. Delgadillo, y I. Aguado. 1994. Pisos de vegetación de la Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México. *Acta Botánica* 29:1-30.
- Peinado, M., F. Alcaraz, J.L. Aguirre, J. Delgadillo, y I. Aguado. 1995. Shrubland formations and associations in medi-terranean-desert transitional zones of northwestern Baja California. *Vegetatio* 117:165-179.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limuse. Mexico, D.F. 432 pp.
- Thorne, R.F. 1988. Montane and subalpine forests of the Transverse and Peninsular Ranges. pp. 537-557. En: Terrestrial Vegetation of California (M.G. Barbour y J. Major, eds.). California Botanical Society. 1002 pp.
- Tibesar, A. 1955. Writings of Junipero Serra. Academy of American Franciscan History. Washington, D.C.
- Vale, T.R. 1979. *Pinus coulteri* and wildfire on Mount Diablo, California. *Madroño* 26:135-139.
- Vogl, R.J., W.P. Armstrong, K.L. White, y K.L. Cole. 1988. The closed-cone pines and cypresses. pp. 295-357. En: Terrestrial Vegetation of California (M.G. Barbour y J. Major, eds.). California Botanical Society. 1002 pp.
- Wangler, M., y R.A. Minnich. 1996. Fire and fire succession of *Pinus monophylla* woodland in the San Bernardino Mountains, California. *Madroño* 43:493-514.
- Weatherspoon, C.P., S.J. Husari, y J.W. van Wagtenonk. 1992. Fire and fuels management in relation to owl habitat in forests of the Sierra Nevada and southern California. pp. 247-260. En: The California spotted owl: A technical assessment of its current status. (J. Verner, K.S. McKelvey, B.R. Noon, R.J. Gutiérrez, G.I. Gould, y T.W. Beck, (coordinadores técnicos). USDA Forest Service General Technical Report PSW-GTR-133.
- Wester, L. 1981. Composition of native grasslands in the San Joaquin Valley, California. *Madroño* 28:231-241.
- Wiggins, I.L. 1980. Flora of Baja California. Stanford University Press. 1025 pp.



Una vista de la costa en el noroeste de Baja California con una comunidad de matorral marítimo succulento en el primer plano. Fotografías del autor.

LA VEGETACIÓN DEL NOROESTE DE BAJA CALIFORNIA

Thomas A. Oberbauer

LA PROVINCIA FLORÍSTICA Californiana, reconocida mundialmente por su diversidad de especies y alto nivel de endemismo, se extiende hacia el sur de la Baja California generalmente hasta El Socorro (justamente al norte de El Rosario), con parches en cimas aisladas más hacia el sur. Como en California, el noroeste de Baja California contiene varios tipos de hábitats especializados, cada uno con varias especies endémicas. Aproximadamente 107 especies de plantas son endémicas del noroeste de Baja California; algunas se extienden unos pocos metros o kilómetros a través de la frontera internacional hacia los Estados Unidos.

Muchas de estas especies endémicas o casi endémicas son dominantes en el noroeste de Baja California, pero se considera que un buen número son raras en ambos lados de la frontera. En la medida que uno avanza hacia el sur, se observa un cambio en la vegetación desde matorral costero

a comunidades de matorral marítimo succulento, debido principalmente al decremento en precipitación. Esta zona recibe aproximadamente 240 mm de lluvia en San Diego y Tijuana en el norte y 125 mm al sur en El Rosario. Las diferencias entre las comunidades de la Provincia Florística Californiana al norte y sur de la frontera se pueden demostrar revisando la flora y las especies endémicas de algunas localidades importantes, yendo de la frontera hacia el sur, y de la costa a tierra adentro.

Al Sur de la Frontera Internacional

Viajando por la zona costera desde el norte hacia el sur, la vegetación de matorral costero en el Cañón de Rosarito justo al este de Playas de Rosarito es muy similar al de San Ysidro en el Condado de San Diego. Las sucu-

lentas son comunes e incluyen el cacto de terciopelo (*Bergerocactus emoyi*), el nopal (*Opuntia littoralis*) y la biznaguita (*Mamillaria dioica*). Otras plantas comunes son el girasol de San Diego (*Viguiera laciniata*), el chamizo blanco (*Artemisia californica*), el lentisco (*Malosma laurina*), el saladito (*Rhus integrifolia*), la encelia (*Encelia californica*) y la casi endémica *Cordylanthus orcuttii*. Mientras que el sur de California ha perdido entre 80 a 90 por ciento de sus comunidades de matorral costero por la agricultura y la urbanización, el noroeste de Baja California ha sufrido pérdidas similares debido al desarrollo de la agricultura. Sin embargo, la antigua distribución del matorral costero en Baja California puede no haber sido tan amplia como en el sur de California debido a que su topografía y suelos favorecen el chaparral más que el matorral costero.

Al sur de Rosarito, las dunas en El Descanso sustentan una comunidad sin igual. Las plantas que constituyen la escasa vegetación en esta área incluyen *Ambrosia bipinnatisecta*, *Camissonia cheiranthifolia*, *Chrysopsis villosa* var. *sessiliflora*, la cachanilla (*Pluchea sericea*), *Cakile maritima*, *Croton californica* y *Corethrogyne filaginifolia* var. *virgata*.

Más hacia el sur, en La Salina, se encuentran comunidades de playa y de marisma. El suelo arenoso en La Salina alberga dos especies de abronia (*Abronia maritima* y *A. umbellata*), así como *Ambrosia* sp., *Nemacaulis denudata* y *Lotus nuttallianus*. La marisma de La Salina sustenta varias especies que también se encuentran al norte de la frontera, incluyendo yerba del manso (*Anemopsis californica*), *Cressa truxillensis*, zacate salado (*Distichlis spicata*), *Frankenia salina*, *Heliotropium curassavicum*, *Jaumea carnosa*, junco (*Juncus acutus*), lavanda del mar (*Limonium californicum*), *Monanthochloe littoralis* y dos especies de *Salicornia*.

La vegetación tanto en El Descanso como en La Salina ha sido fuertemente degradada o destruida por los vehículos de todo terreno (off-road) y el desarrollo de sitios de campamento; sin embargo la marisma permanece relativamente intacta.

Uno de los tipos de vegetación más pintoresca del noroeste de Baja California son las comunidades de matorral costero de suculentas en las mesetas y riscos cerca de La Misión. En años recientes grandes porciones de estas comunidades han sido desmontadas para la agricultura y el turismo, pero aún se pueden encontrar algunas pequeñas áreas prístinas, como en Bajamar.

Las especies dominantes de esta comunidad de matorral costero suculento son *Eriogonum fasciculatum*, *Agave shawii*, *Rhus integrifolia*, *Artemisia californica*, *Viguiera laciniata*, *Dudleya attenuata* subsp. *orcuttii* y *D. brittonii* (con sus formas verdes y blancas), *Ferocactus viridescens*, *Mamillaria dioica*, *Bergerocactus emoryi*, *Eriogonum wrightii* var. *dentatum*, *Sphaeralcea ambigua*, *Hazardia berberidis* y *Opuntia littoralis*. En algunos lugares se puede encontrar *Verbesina dissita*. En El Mirador, entre

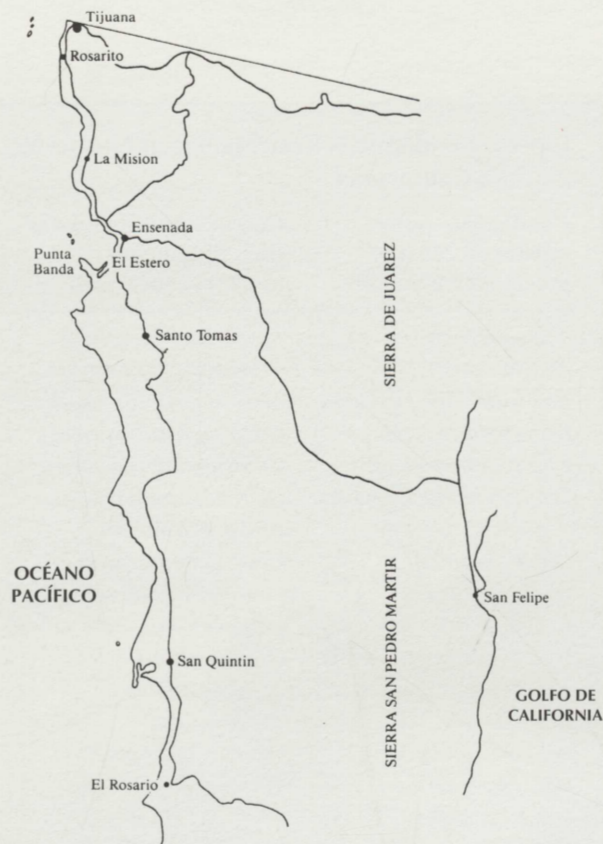
Especies Endémicas Restringidas al Noroeste de Baja California

Condiciones secas (menos de 250 mm precipitación anual)	Condiciones moderadas (más de 250 mm precipitación anual)
<i>Acacia minuta</i>	<i>Adenothamnus validus</i>
<i>Agave shawii</i>	<i>Arctostaphylos australis</i>
<i>Ambrosia chenopodiifolia</i>	<i>Arctostaphylos boloensis</i>
<i>Bergerocactus emoryi</i>	<i>Arctostaphylos moranii</i>
<i>Chorizanthe inequalis</i>	<i>Cordylanthus involutus</i>
<i>Dudleya attenuata</i> subsp.	<i>Dicranostegia orcuttii</i>
<i>orcuttii</i>	<i>Fraxinus trifoliata</i>
<i>Dudleya brittonii</i>	<i>Hemizonia greeneana</i>
<i>Dudleya ingens</i>	<i>Lathyrus alfeldii</i> subsp.
<i>Echinocereus maritima</i>	<i>glaber</i>
<i>Eriogonum fasciculatum</i>	<i>Ornithostaphylos</i>
<i>Frankenia palmeri</i>	<i>oppositifolia</i>
<i>Galvesia juncea</i>	<i>Ptelea aptera</i>
<i>Hazardia berberidis</i>	<i>Quercus cedrosensis</i>
<i>Hazardia ferrisiae</i>	<i>Rhamnus insula</i>
<i>Hazardia orcuttii</i>	
<i>Hazardia palmeri</i>	
<i>Mamillaria brandegeei</i>	

La Misión y Ensenada, se puede ver La Bahía de Todos Santos y Punta Banda. Esta zona presenta una mezcla de vegetación. Aquí el chaparral se extiende hasta la orilla de los riscos costeros. Las plantas asociadas con el chaparral incluyen chamizo (*Adenostoma fasciculatum*), manzanita misionera (*Xylococcus bicolor*), toyón (*Heteromeles arbutifolia*), *Ceanothus verrucosus*, *Aesculus parryi*, *Quercus cedrosensis*, *Ptelea aptera* y *Cneoridium dumosum*. Las especies asociadas con el matorral costero incluyen *Eriophyllum confertiflorum*, *Mirabilis californica*, *Artemisia californica*, *Verbesina dissita*, *Agave shawii*, *Ferocactus viridescens*, *Salvia munzii*, *Euphorbia misera*, *Mamillaria dioica*, *Bergerocactus emoryi*, jojoba (*Simmondsia chinensis*) y *Galvezia juncea*. Las plantas asociadas con el matorral costero crecen sobre suelos muy someros, rodeadas por especies del chaparral que prosperan en suelos más profundos. *Galvezia*, *Simmondsia* y *Ferocactus* crecen en el acantilado al oeste de El Mirador.

Dos Grandes Marismas

Además de la pequeña marisma en La Salina, existen dos grandes marismas en la costa occidental de Baja California norte, en El estero de Punta Banda al sur de Ensenada, y al sur en el área de Bahía de San Quintín. Estas marismas son las dos zonas húmedas costeras de la región, y proporcionan el hábitat para el ralo grisáceo (*Rallus longi-*



Mapa del noroeste de Baja California. Cortesía del autor.

rostris), la golondrina marina (*Sterna albifrons*) y el gorrión sabanero (*Passerculus sandwichensis*), las cuales se consideran especies en peligro de extinción. También sirven como importantes lugares de descanso para las aves migratorias y marinas. Estas marismas son lo suficientemente grandes para demostrar efectivamente la zonación de los hábitats en marisma baja, media y alta, además de las salinas. Las marismas intactas sin alteración, como éstas, ya no existen en la actualidad en el sur de California.

La comunidad que rodea el Estero de Punta Banda es matorral costero, en contraste con San Quintín donde la comunidad principal es matorral desértico. Sin embargo, hay un buen número de especies que se encuentran en ambos lugares, como *Salicornia virginica*, *S. subterminalis* y *S. bigelovii*, *Spartina foliosa*, *Batis maritima*, pino salado (*Tamarix* spp.), *Frankenia grandifolia*, *Jaumea carnosa*, *Cressa truxillensis*, *Cuscuta salina*, zacate marino (*Zostera marina*) y *Suaeda esteroa*. La especie en peligro *Cordylanthus maritima* subsp. *maritima* se encuentra en El Estero. En ambas localidades las especies de tierra adentro incluyen *Atriplex watsonii*, *Lycium brevipes*, *Dudleya brittonii*, *Distichlis spicata*, *Juncus* sp. y *Mamillaria dioica*. En los altos adyacentes al Estero de Punta Banda también se encuentra *Isocoma venetus* var. *oxyphyllus*, *Croton californica*, *Heterotheca* sp., *Bergerocactus emoryi*, *Baccharis sarothroides*, *Rhus integrifolia* y *Cordylanthus maritima*, que aparece en la lista federal de plantas en peligro de extinción en Estados Unidos. Las especies de la marisma alta de San Quintín incluyen yerba reuma (*Frankenia pal-*

meri), *Aesculus parryi*, *Allenrolfea occidentalis* y las cactáceas pitaya agria (*Machaerocereus gummosus*) y pitayita (*Echinocereus maritimus*).

Punta Banda

En el extremo sur del Estero de Punta Banda se extiende una cordillera de rocas metavolcánicas desde Santo Tomás hasta la punta de la península de Punta Banda. La elevación máxima es de 1100 m, y alcanza alrededor de 400 m cerca de la punta de la península. Por lo tanto, Punta Banda tiene muchas características isleñas como temperaturas moderadas y periodos de neblina. Las partes bajas de las laderas están dominadas por matorral costero con muchas suculentas: agaves, *Ferocactus acanthodes*, *Opuntia prolifera*, *O. littoralis*, *Mamillaria dioica*, *Bergerocactus emoryi* y *Dudleya* spp. También se encuentra *Eriogonum fasciculatum*, *Simmondsia chinensis*, *Artemisia californica* y *Euphorbia misera*. Asimismo, Punta Banda es el límite norteño de la pitaya agria. En las laderas con exposición hacia el norte hasta las elevaciones bajas la vegetación está dominada por el chamizo, fresnillo (*Fraxinus trifoliata*), *Aesculus parryi*, toyón, *Ceanothus verrucosus* y *Rhamnus insularis*. La parte alta de Pico Banda tiene una cubierta extensa de *Hemizonia greeneana* subsp. *peninsularis*, *Hazardia squarrosus*, *Bromus rubens*, *Castilleja foliosa* y *Dudleya brittoni*.

Varias especies de plantas están restringidas a Punta

Las vistosas flores del trompo (*Aesculus parryi*) guían a los insectos polinizadores a través de un cambio en el color de las flores.





Especies endémicas de manzanita y otras especies de chaparral cubren el escarpado terreno al noreste de Ensenada cerca del poblado de El Tigre.

Banda o unas pocas localidades en Punta Banda, otras zonas costeras adyacentes, o las islas del Pacífico de Baja California. La suculenta *Dudleya campanulata* es una endémica local que ocurre solamente en el lado sur de la península de Punta Banda. *Eriogonum grande* subs. *testudineum* se encuentra solamente en Punta Banda y las Islas Todos Santos, y *Hemizonia greeneana* se encuentra solamente en Punta Banda, las Islas de Todos Santos y cerca de La Misión. *Verbesina* se encuentra en las zonas costeras desde La Misión hasta cerca de Punta Banda. *Adenothamnus validus* se encuentra casi exclusivamente cerca de Ensenada y un poco hacia el norte. *Dudleya anomala* ocurre en Punta Banda y las Islas de Todos Santos y Los Coronados. *Astragalus sanctorum* se conoce solamente en Pico Banda y el chícharo silvestre *Lathyrus alefeldii* subsp. *glaber*, endémico de Baja California, se encuentra como enredadera sobre arbustos en el área de Punta Banda y Ensenada. Al sur de Punta Banda, la precipitación disminuye aunque la influencia marina persiste. En Puerto Santo Tomás la vegetación consiste de muchos de los mismos elementos que en La Misión, pero la vegetación es más chaparra y escamondada por el viento. Las especies comunes en Punta Santo Tomás son *Dudleya brittonii*, *Bergerocactus*, *Artemisia*, *Eriogonum*, *Agave*, *Lycium californica*, *Rhus integrifolia*, *Euphorbia misera*, *Isocoma*, y *Ambrosia chenopodifolia*. En la colina baja en Punta Santo Tomás ocurren *Ceanothus verrucosus*, chamizo, *Dudleya attenuata* subsp. *orcutti*, *Malacothamnus fasciculatus* y *Ferocactus fordii*.

Los concheros (basureros de conchas de mariscos) indican la existencia prehistórica de poblaciones humanas y de recursos marinos en este lugar.

Otras Áreas de Endemismo

Al sur, la zona costera al oeste de San Vicente es otra área de endemismo y de especies discontinuas. Cerca de Ejido Eréndira se encuentran arboledas de *Pinus muricata* sobre roca metavolcánica roja de la formación Alisitos, alterada hidrotérmicamente, la cual suele dar lugar a una flora especializada. También encontramos pinos hacia el sur, sobre una cadena de montañas de unos 500 m de altura (cerca del Cerro Las Punitas) hasta el Rancho Johnson. Las especies asociadas incluyen *Galvezia juncea*, *Malosma laurina*, *Arctostaphylos glandulosa*, un helecho (*Pteridium aquilinum*), *Diplacus puniceus*, *Quercus cedrosensis*, *Diplacus longiflorus*, *Eriogonum fasciculatum*, *Heteromeles arbutifolia*, y *Rubus ursinus*. Estas especies se encuentran sobre los cañones, 25 km al sur, acompañadas de *Salvia munzii*, el ciprés de Tecate (*Cupressus forbesii*), *Artemisia californica*, *Ceanothus verrucosus*, *C. tomentosus*, manzanita (*Arctostaphylos pungens* y *A. bicolor*) y encinillo (*Quercus dumosa*). En estos pinares también encontramos *Ceanothus thyrsiflorus*, cuya población más cercana se encuentra en el Condado de Santa Bárbara.

La combinación de suelos, topografía y proximidad a la



Las suculentas y el cacto de terciopelo (*Bergerocactus emoryi*), mostrado en flor, son abundantes en la comunidad de matorral costero cerca de las Playas de Rosarito.

niebla oceánica genera condiciones favorables para estas especies. Varias de ellas, incluyendo los pinos y cipreses tenían una distribución más amplia en tiempos prehistóricos y se han encontrado en otros lugares en algunos depósitos fosilíferos. Apparently, las condiciones locales en Eréndira han permitido que estas especies sobrevivan allí pero no bajo las condiciones menos favorables de otros lugares.

En las terrazas planas y amplias al oeste de los cerros al sur de Eréndira, la media de precipitación es aproximadamente 150 mm por año. El matorral costero tiene una mezcla inusual de arbustos chaparros, espinosos y caducifolios con suculentas; está dominado por *Rosa minutifolia*, *Ferocactus acanthodes*, *Selaginella cinerascens*, *Dudleya attenuata* subsp. *orcuttii*, *Echinocereus maritimus* y *Sphaeralcea axillaris*. También se encuentran *Mammillaria dioica*, *M. brandegeei*, que crece al nivel de la superficie del suelo, *Hazardia ferrisiae*, *Dudleya ingens*, *Salvia brandegeei*, la cual también crece en la Isla de Sta. Rosa en California, *Salvia munzii*, *Eriogonum fastigiatum*, una postrada que produce una alfombra de flores blancas, *Agave shawii* y *Harfordia macroptera*, un arbusto poligónico muy extraño, con frutos inflados.

Las Charcas Vernales y la Vegetación Riparia

Las charcas vernaes se encuentran en varios sitios de la zona costera del noroeste de Baja California. Algunas charcas vernaes bien desarrolladas, donde crecen *Na-*

varretia fossalis, *Psilocarphus tenellus* y otras especies, se localizan en las mesetas al sur de la Misión. El Valle de las Palmas, a escasos 33 km al sur de la frontera de Tecate, tiene unas agradables charcas vernaes sobre una terraza cubierta de mezquite y cactáceas. En este lugar la menta de Otay (*Pogogyne nudiuscula*), una especie en gran peligro de extinción, así como *Navarretia fossalis*, *Mimulus latidens*, *Myosurus minimus* y otras especies propias de charcas vernaes crecen en una zona que es más seca que la zona de charcas al norte de la frontera internacional.

Las charcas vernaes más impresionantes se encuentran en la Mesa de Colonet. Estas charcas son pequeñas playas, con *Marselia vestita*, *Ambrosia pumila*, *Psilocarphus tenellus*, *P. brevissimus*, *Nama stenocarpum*, *Navarretia fossalis*, *Anagallis minima*, el *Mimulus* de las charcas, *Eryngium aristulatum* var. *parishii*, *Deschampsia danthonioides* y hectáreas del zacate *Orcuttia californica*. Muchas de estas especies se consideran raras y en peligro de extinción. Sin embargo, la planta más rara es la arbustiva y espinosa *Hemizonia perennis*, que se conoce solamente en las charcas vernaes de la meseta de Colonet.

Las arboledas riparias ocurren sobre una buena parte de los arroyos costeros del noroeste de Baja California. Extensas comunidades de álamo (*Populus fremontii*) y sauces (*Salix* sp.) crecen, mencionando sólo unas pocas localidades, cerca de Guadalupe, el Río de Guadalupe, en los tributarios del Río de las Palmas, en el Cañón de la Grulla y en una hermosa zona inalterada del Río Santo Tomás. Estas arboledas son hábitat del vireo (*Vireo belli*), el papamoscas (*Empidonax* sp.) y el chipe piquigrueso (*Icteria virens*), pero al igual que en California, se encuentran en números cada vez menores debido a la pérdida de hábitat y depredaciones de los tordos (*Molothrus ater*).

Suelos Metavolcánicos y de Gabro

Algunos de los más interesantes tipos de vegetación en Baja California crecen en suelos formados de gablo (granito negro) y rocas metavolcánicas. Muchas de las estribaciones de los cerros entre Ensenada y Tecate están formados de este tipo de roca. Aunque el gablo y la roca metavolcánica se ven expuestas en la montañas de Otay, San Miguel y McGinty, en el sur de California, la vegetación que crece en los suelos desarrollados de estos tipos de roca alcanza su máxima diversidad en el norte de Baja California.

La flora representativa de los suelos derivados de gablo incluyen *Cupressus forbesii*, *Chamaebatia australis*, *Arctostaphylos tomentosa* ssp. *eastwoodiana*, *Dicentra chrysantha*, *Ceanothus cuneatus*, *Lotus grandiflorus*, *Salvia clevelandii* y *Adenostoma fasciculatum*. La flora de suelos derivados de rocas metavolcánicas incluye muchas de las mismas especies que el gablo: *Chamaebatia australis*, *Arctostaphylos tomentosa* ssp. *eastwoodiana*, *Mimulus clevelandii*, *Salvia clevelandii*, *Lepechinia ganderi*, *L.*

cardiophylla, *Ceanothus otayensis*, *Dicentra chrysantha*, *Satureja chandleri* y en algunos lugares *Nolina integrata*, la cual solamente crece sobre gabra en California.

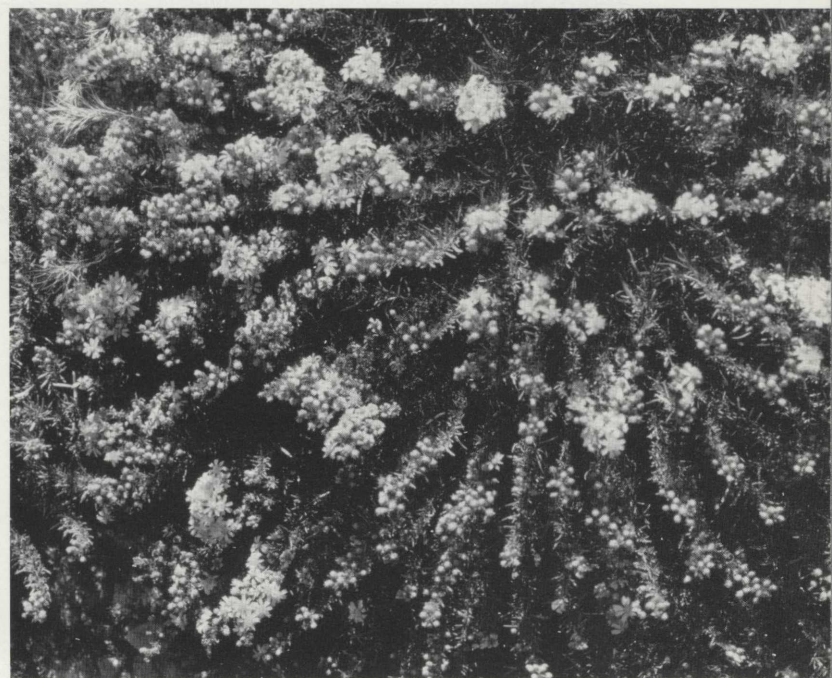
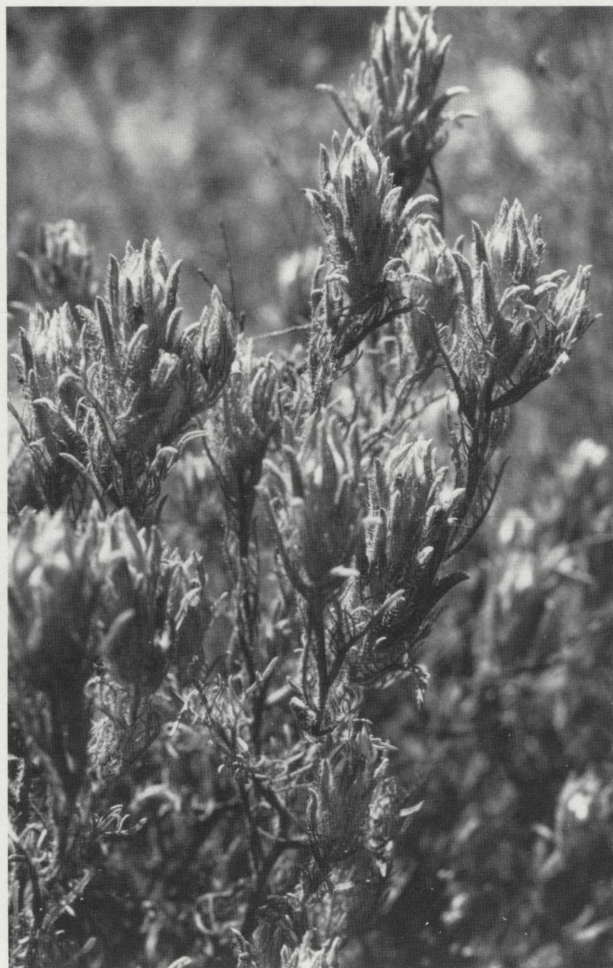
Varias de las localidades tienen sus propias especies endémicas como *Arctostaphylos boloensis* en Cerro Bola. Otras cimas con especies asociadas al gabra y rocas meta-volcánicas incluyen Cerro Jesús María, Cerro El Dieciséis, la base de Cerro Gordo y el Cerro de Guadalupe. Una de las localidades más interesantes está al noreste de Ensenada, cerca del poblado de El Tigre. En este lugar se encuentran simultáneamente *Pinus attenuata*, *Arctostaphylos moranii*, palo blanco (*Ornithostaphylos oppositifolia*), *Lepechinia cardiophylla*, crucecilla, *Ceanothus spinosus*, chamizo, *Ceanothus azul*, *Arctostaphylos glauca*, *Salvia clevelandii*, *Xylococcus bicolor*, *Artemisia palmeri*, islaya (*Prunus ilicifolia*), sauco (*Sambucus mexicana*), *Rhamnus ilicifolia*, *Heteromeles arbutifolia*, *Quercus cedrosensis*, *Rhus ovata* y *Trichostema parishi*. Finalmente, otra ocurrencia inusual en el noroeste de Baja California es la palma californiana de abanico (*Washingtonia filifera*) en unos pocos cañones en el lado norte de Cerro Bola. Prospera en ese sitio sobre rocas meta-volcánicas entre el chaparral y las arboledas riparias.

Planes Para el Futuro

La vegetación del noroeste de Baja California es un extraordinario complemento para la parte de la Provincia Florística Californiana al norte de la frontera internacional. Es particularmente notable en que aún existen áreas no alteradas. Estos hábitats prístinos pueden tener una vida corta si no se hacen esfuerzos serios para conservar partes substanciales de las áreas más singulares.

En la medida que el desarrollo urbano ocurre en California, tanto los inversionistas como los conservacionistas frecuentemente miran al noroeste de Baja California como una forma de compensar o mitigar la pérdida de los recursos californianos, particularmente en relación con el matorral costero y la vegetación riparia. La percepción es que existen grandes áreas de matorral costero en el noroeste de Baja California y por lo tanto no es necesario preocuparse por ello en California. Sin embargo, hay varias razones por las cuales esto no puede ser. Aunque la vegetación del noroeste de Baja California es parte de la Provincia Florística Californiana, ésta es claramente diferente de la vegetación del sur de California y debiera ser protegida por sus propias cualidades.

Además, los hábitats que sustentan las especies sensibles como la perlita californiana (*Poliopitula californica*) y el oriundo de San Diego (*Campylorhynchus brunneicapillus*) no tienen una distribución tan amplia en Baja California como algunos pudieran esperar. Más aún, Baja California es parte de un país en pleno desarrollo. Puede ser demasiado pedirle a México que conserve sus tierras sin desarrollo cuando en California hubo mucha cortedad de vista para



Hemizonia greeneana subsp. *peninsularis* está restringida a solamente tres lugares: Punta Banda, Islas Todos Santos y cerca de La Misión. *Cordylanthus orcuttii* es una especie endémica de la zona noroeste de Baja California y el sur del Condado de San Diego.



Las altas inflorescencias de *Agave shawii* son un notable rasgo de la comunidad de matorral suculento que está desapareciendo rápidamente cerca de La Misión.

proteger lo suyo. Esperemos, sin embargo, que México pueda aprender de algunas de las lecciones del descuido al norte de la frontera.

En la actualidad la costa del noroeste de Baja California se está desarrollando rápidamente con condominios, zonas para camping y complejos turísticos, en gran parte para el consumidor estadounidense. Las tierras que no se están convirtiendo para estos usos se están desmontando para la agricultura. Actualmente las milpas crecen en las empinadas laderas al norte de Rosarito. Las mesetas planas cerca de Colonet y Mesa de San Antonio se están labrando. Los terrenos vírgenes se están convirtiendo para el cultivo de cebada y otros granos. Las llanuras de inundaciones se siembran con viñedos u otros tipos de agricultura. En el noroeste de Baja California el fuego ha tenido un fuerte impacto negativo sobre la vegetación, lo que ha resultado en la conversión del chaparral y arboledas de ciprés a zacatales mediterráneos o matorrales degradados. Se ha documentado que los incendios inducidos por los humanos son otra fuente de destrucción de la vegetación cuando estos ocurren con demasiada frecuencia (Keeley et al. 1989). Las dos grandes marismas también están amenazadas. En los últimos años de los ochenta, una compañía francesa propuso construir plataformas petroleras marinas en el Estero de Punta Banda y actualmente se construyen habitaciones turísticas en la barra de arena a la orilla de la marisma.

Mientras que las tierras al norte de la frontera no tienen un récord muy bueno de protección de los recursos, ha habido algunos modelos de éxito moderado en las áreas protegidas que se pudieran seguir en el norte de Baja California. En el Condado de San Diego, justo al norte de la frontera, existe una serie de parques estatales y áreas

protegidas en lugares tales como la Reserva Estatal de Torrey Pines, el Parque Estatal de Rancho Cuyamaca, las playas estatales y el Monumento Nacional de Cabrillo. El Bosque Nacional de Cleveland también cubre parte de las cordilleras montañosas. Se pudieran establecer áreas protegidas similares para los Esteros de Punta Banda y San Quintín, la península de Punta Banda, Eréndira y el cerro al sur de allí, así como los pinares al noroeste de Ensenada. El sistema de reservas de la Universidad de California incluye una serie de áreas protegidas en el sur California para el estudio de los ecosistemas. Se pudieran establecer reservas similares en el noroeste de Baja California para las charcas vernaes en la Meseta de Colonet y el Valle de las Palmas.

En California, al registrarse en las listas de especies en peligro de extinción especies tales como la perlita (*Polyptila californica*) y el troglodita de San Diego (*Campylorhynchus bruneicapillus*), se están dando amplios esfuerzos para mapear la vegetación y establecer bases de datos para ayudar a establecer áreas naturales protegidas. Estas áreas protegidas se establecerán de tal manera que existan corredores que permitan los movimientos de la fauna. También deben ser de suficiente extensión como para proteger poblaciones viables de varias especies. Un punto crítico es coordinar con México el establecimiento de tales áreas protegidas para permitir la oportunidad de establecer áreas protegidas similares en el noroeste de Baja California, posiblemente involucrando los fideicomisos internacionales tales como The Nature Conservancy y el Trust for Public Land.

En relación con esto, la Sierra de San Pedro Mártir en el noroeste de Baja California ha sido propuesta para ser incluida en el programa internacional de El Hombre y la Biosfera de la UNESCO. Se ha desarrollado investigación conjunta entre los investigadores de California y Baja California para el estudio de la vegetación de los bosques y el uso del suelo para el aprovechamiento sostenido de los recursos forestales.

Finalmente, con las preocupaciones modernas sobre el medio ambiente han habido éxitos en México donde los ingresos del turismo se han utilizado para conservar los recursos naturales. Ha funcionado exitosamente con la ballena gris y pudiera ser utilizado para las zonas naturales de vegetación para reducir el sobrepastoreo de ganado, los incendios frecuentes y la agricultura.

México tiene un gran reto en conservar sus recursos y simultáneamente proporcionar empleo, industrias y habitaciones, así como incrementar la producción agrícola y el estándar de vida. De hecho, México ha establecido un patrón exitoso en la conservación de las colonias de gaviotas y golondrinas marinas en Isla Rasa y la zona de reproducción de la ballena gris en la Bahía de San Ignacio y la Laguna Ojo de Liebre. Si México puede incrementar el estándar de vida de su pueblo y al mismo tiempo conservar lo mejor de sus abundantes recursos, será un verdadero triunfo nacional.



El Picacho del Diablo, una formación de granito blanco separada de la altiplanicie boscosa por el Cañón del Diablo, se eleva a 3100 m, en la Sierra de San Pedro Mártir, Baja California. Fotografías del autor.

LA SIERRA DE SAN PEDRO MÁRTIR

Thomas A. Oberbauer

PARA MUCHOS CALIFORNIANOS es sorprendente la existencia de montañas altas con bosques densos en Baja California. Sin embargo, a una distancia de 200 km de la frontera se encuentran dos cordilleras con bosques de coníferas. Una de ellas, la Sierra de San Pedro Mártir, tiene picos de más de 3,000 metros de altura, praderas de altitud y una vegetación que incluye alamillo (*Populus tremuloides*), pino dulce (*Pinus lambertiana*) y una flora herbácea sin igual. San Pedro Mártir ha sido designado Parque Nacional por el gobierno mexicano para proteger los recursos del bosque de una manera similar a los bosques nacionales en Estados Unidos.

La Sierra de San Pedro Mártir es accesible a través de un largo camino de terracería que se construyó en los años sesentas para dar servicio al observatorio astronómico,

localizado en ese lugar para aprovechar las condiciones atmosféricas (noches frías y secas) y su aislamiento de los grandes centros urbanos. Una vista del cielo lleno de estrellas durante una noche en estas montañas confirmará el valor de esta zona para la astronomía.

En el camino hacia las montañas la brecha pasa a través de matorral desértico marítimo casi no alterado, dominado por rosa silvestre (*Rosa minutifolia*), trompo (*Aesculus parryi*), pitaya agria (*Machaerocereus gummosus*) y cochal (*Myrtillocactus cochal*), pasando a chaparral dominado por palo blanco (*Ornithostaphylos oppositifolia*), chamizo (*Adenostoma fasciculatum*), toyón (*Heteromeles arbutifolia*), ceanothus (*Ceanothus greggii*) y fresnillo (*Fraxinus trifoliata*). En las partes altas la brecha se hace un poco estrecha y empinada, cortada sobre la roca sólida, y tiene

muchos voladeros. En esta área la vegetación del chaparral es dominada por chamizo (*Adenostoma fasciculatum*), encinillo (*Quercus berberidifolia*) manzanita (*Arctostaphylos pungens*), chamizo colorado (*Adenostoma sparsifolium*), lentisco (*Rhus ovata*) y yerba santa (*Eriodictyon angustifolium*).

La Sierra de San Pedro Mártir es una verdadera isla montañosa, extendiéndose casi 100 km desde el Paso San Matías (915 m de altitud) hasta Cerro Matomí (1640 m) al este de El Rosario. El margen occidental de la Sierra se encuentra a 60 km del Océano Pacífico, mientras que la orilla oriental está a 55 km del Golfo de California. En un día sin nubes, desde el cerro donde se localiza el observatorio se tienen encantadoras vistas del desierto en la distancia, el Mar de Cortez y el Océano Pacífico. El escarpe al este del observatorio es uno de los más precipitados en Norteamérica.

La cordillera de la Sierra de San Pedro Mártir es un gran bloque de rocas de granito grueso bordeado por fallas, formando una meseta que se angosta hacia el norte

y el sur. En el norte, la altiplanicie tiene una altitud que va de 2000 hasta más de 2400 m en las praderas más altas. El margen oriental de la altiplanicie llega hasta los 2800 m. El Observatorio Astronómico Nacional construyó un telescopio de 2.05 m sobre una colina a 2960 m, justo al oeste de un gran precipicio, el



En los lugares altos del escarpe oriental se encuentran varias plantas endémicas de esta cordillera, como son la cebolla de flores lilas de San Pedro Mártir, *Allium euotophilum* (izquierda). *Linanthus melingi* (abajo), una perenne de flores blancas que crece cerca y alrededor de las praderas, es una especie endémica de la Sierras de San Pedro Mártir y de Juárez.



Cañón del Diablo, que separa la masa principal de la Sierra de un gran bloque de roca granítica blanca (3098 m) conocida como El Picacho del Diablo, La Providencia o La Encantada.

Vegetación de Altura

La vegetación de la Sierra de San Pedro Mártir es un verdadero bosque norteño, muy similar al de la parte sur de la Sierra Nevada. La especies dominantes son el pino jeffrey (*Pinus jeffreyi*), el abeto blanco (*Abies concolor*) y el pino (*Pinus contorta*). Este último prefiere las áreas planas cercanas a las praderas. El pino dulce (*Pinus lambertiana*) también se encuentra aquí, pero los conos son notablemente más pequeños que los del Condado de San Diego hacia el norte. El pino dulce se encuentra en las partes más altas de la cordillera, especialmente en los cerros del norte. El cedro (*Calocedrus decurrens*) se encuentra en localidades dispersas en las vertientes occidentales de la cordillera así como en las partes altas de los cañones del escarpe oriental. El pino piñonero de cuatro agujas (*Pinus quadrifolia*) ocurre tanto en la vertiente occidental como en la oriental, mientras que el piñonero de una aguja (*Pinus monophylla*) se encuentra restringido al escarpe oriental.

Esta montaña también es el hogar del alamillo (*Populus tremuloides*), que se encuentra en los arroyos y en las rocas a la orilla de la praderas. De especial importancia es el ciprés endémico de San Pedro Mártir (*Cupressus montana*), que crece solamente en la colina oriental de la montaña y un poco hacia abajo en el Cañón del Diablo.

Es notable el poco sotobosque que hay en estas montañas, especialmente en las zonas planas. Las vertientes bajas y rocosas con *Pinus coulteri* están cubiertas de chaparral denso, pero las regiones altas tienen espacios claros bajo los árboles, donde generalmente crecen herbáceas como *Ivesia argyrocomoa*, *Linanthus melingi* y *Lupinus andersonii* ssp. *linearis*. El suelo de esta sierra es una arena notable por su grosor y porosidad que produce una aridez un poco artificial. Esto puede contribuir a lo abierto de los bosques, porque la mayoría del agua de las lluvias se absorbe rápidamente, por lo que se forman pocos arroyos en las montañas.

Uno de los rasgos más importantes de esta montaña son las grandes praderas que existen en la parte central de la cordillera e incluyen Vallecitos, La Encantada, La Grulla, y Santa Rosa. Debido en parte a la porosidad del suelo, y posiblemente al fuerte pastoreo de ganado bovino en los veranos, estas praderas son áridas y, con algunas notables excepciones, no tienen áreas con agua estancada o corriendo. La mayoría de las plantas son perennes, incluyendo *Eleocharis* sp., el trébol de San Pedro Mártir (*Trifolium wigginsii*), *Juncus* sp., *Achillea millefolium*, *Linanthus melingii*, el zacate *Muhlenbergia richardsonis*, y una poligonácea de porte bajo (*Eriogonum hastatum*). En las

Plantas Endémicas de la Sierra de San Pedro Mártir

- Allium eurotophilum*—herbácea perenne con flores lilas de la familia Alliaceae que crece en lo alto del escarpe oriental.
- Astragalus gruinus*—garbanzillo, Fabaceae, de las praderas de altitud.
- Brickellia sessile*—enlistada en la *Flora de Baja California* de Wiggins como una herbácea perenne de los cerros rocosos en las orillas de las praderas, donde se ve solamente en junio.
- Cupressus montana*—ciprés endémico de San Pedro Mártir; se encuentra en lo alto del escarpe oriental.
- Draba corrugata* var. *demareei*—herbácea perenne de la familia Brassicaceae que se encuentra en lo alto del escarpe oriental.
- Ericameria martirensis*—arbusto de la familia Asteraceae que crece en lo alto del escarpe oriental.
- Galium diabloense*—arbusto de los bosques de altura, familia Rubiaceae.
- Hedeoma martirensis*—herbácea perenne postrada de la familia Lamiaceae que crece en las partes altas del escarpe oriental.
- Hemizonia martirensis*—anual de la familia Asteraceae que crece en suelos arcillosos en las estribaciones occidentales.
- Heterotheca martirensis*—herbácea perenne postrada de las Asteraceae que crece entre las piedras en lo alto del escarpe oriental.
- Lesquerella peninsularis*—herbácea perenne de la familia Brassicaceae que crece en las zonas arenosas de las praderas de altura.
- Machaeranthera wigginsii*—una anual amarilla brillante de la familia Asteraceae que crece en las orillas de las praderas de altura.
- Mimulus purpureus* ssp. *pauciflorus*—una anual que crece sobre las laderas de grava, cerca de las praderas de altura, familia Scrophulariaceae.
- Ophiocephalus angustifolius*—anual de las Scrophulariaceae, común en las praderas de altura.
- Poliomintha conjunctrix*—arbusto de la Lamiaceae que crece en arroyos rocosos de la zona sur de la cordillera.
- Salvia chionocephala*—arbusto de las Lamiaceae que crece en el chaparral sobre las laderas bajas del oeste.
- Stenotus pulvinatus*—herbácea perenne postrada de las Asteraceae, crece sobre las laderas rocosas altas.
- Stephanomeria monocephala*—herbácea perenne, Asteraceae, que crece en agrupaciones entre las rocas en lo alto del escarpe oriental.
- Trifolium wigginsii*—trébol endémico, familia Fabaceae, que se encuentra en las praderas de altura.

Plantas Endémicas de las Sierras de San Pedro Mártir y Juárez

- Astragalus circumdatus*—pequeña herbácea perenne, casi postrada, que prospera a orillas de las praderas, familia Fabaceae.
- Cirsium trachylomum*—cardo grande y herbáceo de las Asteraceae que se encuentra en los arroyos de los cerros graníticos y las orillas de las praderas.
- Ericameria arborescens* var. *peninsularis*—arbusto del chaparral que produce flores amarillas en el otoño, familia Asteraceae.
- Eriodictyon sessilifolium*—arbusto de las Hydrophyllaceae que crece en zonas alteradas.
- Eriogonum hastatum*—anual postrada de las Polygonoaceae que crece en las praderas.
- Eriogonum wrightii* ssp. *oresbium*—herbácea perenne de hojas plateadas que prospera en las partes altas, familia Polygonaceae.
- Ipomopsis effusa*—anual casi postrada con flores rosas de las Polemoniaceae que crece alrededor de las praderas en lugares altos. Recientemente fue encontrada justo al norte de la frontera en el Condado Imperial.
- Ipomopsis guttata*—arbusto bajo que crece en las laderas occidentales, Polemoniaceae.
- Linanthus melingii*—herbácea perenne casi postrada con flores blancas que crece dentro y alrededor de las praderas, Polemoniaceae.
- Lobelia dunnii* var. *dunnii*—herbácea perenne de las Campanulaceae que se encuentra en los aguajes.
- Lupinus andersoni* ssp. *sublinearis*—herbácea perenne de las Fabaceae que crece en el bosque.
- Nolina palmeri* ssp. *palmeri*—monocotiledónea arbustiva de las Agavaceae que crece en las laderas orientales.

praderas la planta predominante es la procumbente cincoenrama de flores amarillas (*Potentilla wheeleri*).

Considerando la diversidad de la vegetación, uno puede preguntarse sobre los patrones de precipitación en la Sierra. La mayoría de la lluvia cae durante los meses de invierno y está asociada con las tormentas que también afectan el sur de California. Aunque los registros pluviométricos están incompletos, parece ser que la media de precipitación anual en el observatorio es de 600 a 700 mm, posiblemente un poco más en los lugares más húmedos en la colina occidental, y un poco menos en las praderas. Las pláticas con los guardias del observatorio y del bosque indican que puede haber de 60 a 90 cm de nieve por largos periodos, y que el total de nieve en un año puede llegar a los 4 m. Algunas nevadas fuertes han aislado a los investigadores en el observatorio, obligando a la evacuación aérea. Las temperaturas en el observatorio pueden caer a -18 C. La media de las lluvias de verano es de 100 a 125 mm, y durante los meses de julio, agosto y principios de septiembre son frecuentes las tormentas de rayos asociadas con el monzón de verano y los disturbios tropicales.

Parece ser que murieron pocos árboles de la Sierra durante las sequías de los últimos años de los ochentas y los primeros de los noventas, las cuales afectaron fuertemente los bosques en el sur y centro de California. Los bosques de las vertientes orientales de las montañas del sur de California sufrieron menos mortalidad que los bosques de las vertientes occidentales. Esto puede ser porque los años con inviernos secos frecuentemente tienen

mayor precipitación de verano sobre las vertientes orientales y los desiertos. En cordilleras como la Sierra de San Pedro Mártir, la precipitación de verano aparentemente compensa la baja precipitación de invierno.

Las tormentas tropicales, o chubascos, no son desconocidos en esta montaña. Durante una tormenta tropical en el Golfo de California en septiembre de 1967 llovió tan duro en la montaña que los escurrimientos causaron daños severos en el poblado de San Felipe. En 1976 una tormenta tropical arrasó todos los arroyos de estas montañas hacia el norte hasta el Monte Laguna en el Condado de San Diego. Esa tormenta produjo 250 mm de lluvia en el Condado de San Diego durante una noche y posiblemente más en la Sierra. Además, las inundaciones de verano asociadas con los regímenes de humedad tropical pueden producir más del doble de la precipitación normal para esa estación. En enero de 1993 el norte de Baja California fue impactado por fuertes inundaciones causadas por los escurrimientos de esta montaña.

Flora

Existen unas 20 especies y subespecies endémicas de la parte alta de la Sierra de San Pedro Mártir. Los endemismos asociados con las praderas a veces son abundantes en ciertas localidades. El trébol perenne *Trifolium wigginsii* ya se mencionó como un componente común en las praderas. *Ipomopsis effusa*, miembro de un género vistoso de las Polemoniaceae se encuentra en esta montaña y en la

El alamillo (*Populus tremuloides*) crece en las márgenes de los arroyos y alrededor de las praderas húmedas.



Sierra Juárez y que recientemente fue encontrada justo al norte de la frontera internacional, también puede ser sumamente común en algunos lugares; a veces le da un color rosa pálido al paisaje. El garbancillo de La Grulla (*Astragalus gruinus*) es común en las orillas secas y arenosas de las praderas. Sin embargo la mostaza postrada, *Lesquerella peninsularis*, es rara y crece solamente en diversas localidades en las orillas más arenosas de las praderas. Una de las especies endémicas más extraordinarias en el sistema de praderas es *Ophiocephalus angustifolius*, un género monotípico en la familia Scrophulariaceae. Esta planta, muy similar a *Orthocarpus* spp., es una anual que florea a fines de verano y depende de la humedad de las tormentas estivales. En algunos veranos puede contribuir significativamente a la cobertura de las praderas. *Machaeranthera wigginsii* es una compuesta anual con brillantes flores amarillas que también aprovecha las lluvias de verano, floreciendo en agosto y septiembre.

El área con el número más grande de plantas endémicas está en la parte alta de la serranía oriental donde, debajo de un bosque dominado por pino jeffrey, se encuentra un sotobosque de perennes bajas. Uno puede encontrar aquí una polygonácea postrada con hojas plateadas (*Eriogonum wrightii* ssp. *oresbium*), una compuesta parecida a un acerico (*Sphaeromeria martirensis*), una menta con flores rojas (*Monardella macrantha*), una salvia (*Salvia pachyphylla*), un galio (*Galium wigginsii*), una castilleja (*Castilleja martinii*), una saxifragácea (*Heuchera leptomera* var. *peninsularis*), una mostaza herbácea alta (*Draba corrugata* var. *demareei*) y la cebolla de San Pedro Mártir de flores lilas (*Allium euotophilum*). Aunque no todas son endémicas, muchas que no están restringidas a esta cordillera se consideran raras o de distribución muy limitada cuando se encuentran al norte de la frontera internacional. Sobre la vertiente rocosa inmediata al escarpe oriental también encontramos varias especies endémicas, particularmente las perennes que forman una cubierta a manera de tapete, entre las que tenemos la compuesta *Heterotheca martirensis*, una compuesta del grupo de la achicoria, *Stephanomeria monocephala*, una hierba cana, *Senecio martirensis*, una menta con flores tubulares blancas, *Hedeoma martirensis*, y la compuesta de flores amarillas *Stenotus pulvinatus*.

Relictos del Pasado

La cordillera de San Pedro Mártir es un hermoso lugar con carácter intemporal, un lugar verdaderamente silvestre. En la luz de la tarde, las praderas toman un aspecto etéreo a medida que las sombras de la orilla del bosque avanzan sobre el suelo cubierto de herbáceas. Frecuentemente uno puede observar el crecimiento de las nubes al hincharse en blancas torres con fogonazos de rayos y truenos ondulantes. En las tardes después de las lluvias los alamillos brillan intermitentemente en las brisas que llevan un olor

de menta fermentada. Una vista a través del Cañón del Diablo hacia el Picacho demuestra el tamaño de este lugar. Todas estos paisajes producen una imagen de una tierra primitiva con pocos visitantes. Verdaderamente, la fauna y flora que habitan estas montañas son relictos de tiempos pasados.

Esta montañas son habitadas por una fauna diversa. Las aves parecen extrañas a los californianos porque predominan los grupos de azulejos piñoneros graznando constantemente, los pinzones púrpura y los jilgueros piñoneros. Los mamíferos pequeños incluyen la ardilla Douglass (*Tamiasciurus douglassii*) y según el personal del observatorio, la ardilla voladora nocturna (*Glaucomys sabrina*). También existe una trucha endémica (*Oncomorhynchus mykiss nelsoni*), la cual se encuentra solamente en esta montaña. Originalmente sólo existía en algunas pozas profundas debajo de las cascadas, antes de su dispersión a los arroyos por el Sr. Charles Edward Utt.

Las poblaciones de algunas especies que ocurren aquí están desconectadas de las poblaciones del norte. *Ivesia* sp., la cual crece bajo de los pinos aquí, está separada de la población de las montañas de San Bernardino donde se encuentra solamente en unas planicies con pavimento de grava, pero también puede ser diferente taxonómicamente. *Ceanothus cordulatus*, *Pinus contorta* y la ardilla voladora (si su presencia se pudiera verificar) están separados del Monte San Jacinto por más de 300 km. El paro (*Parus gambelli*) vive aquí, pero no aparece otra vez hasta la Sierra Nevada, más de 600 km al norte. Las truchas nativas deben haberse refugiado en unas pocas pozas, casi llegando al límite inferior de la sustentabilidad. Sus parientes más cercanos se encuentran más de 200 km al norte en el Monte Palomar del Condado de San Diego.

El alamillo (*Populus tremuloides*), el árbol con mayor distribución en Norte América, brinca desde San Pedro Mártir a las Montañas de San Bernardino donde existe una pequeña población, las Montañas Clark en Nevada y la Sierra Nevada de California. Más aún, el alamillo raramente se reproduce por semilla en el oeste de Norte América porque sus semillas son viables solamente por un corto tiempo durante los primeros días de junio, el tiempo más seco del año. No obstante, se reproduce de retoños de las coronas de las raíces.

Para que toda esta fauna y flora pueda haber llegado a estas montañas es probable que hayan emigrado a lo largo de la cadena de montañas en épocas más húmedas y frías y haber cruzado el Paso de San Matías a 850 m. Después, a medida que el clima se hizo más seco, estas montañas deben haber sido separadas de las del norte y se quedaron como una isla climática, florística y altitudinal. Otra información, como el análisis de los nidos fósiles de ratas, apoya el concepto de que la vegetación nortea emigró mucho más al sur por la Península durante el Pleistoceno, dentro de los últimos 2 millones de años. Por estas razones, una visita a estas montañas con sus especies endémicas y septentrionales es una ventana hacia el pasado.



La pradera de Santa Rosa en la Sierra de San Pedro Martir, Baja California, está rodeada de pinos jeffrey, con chaparral en las colinas. Fotografías de Richard Minnich.

LA PROTECCIÓN DE LA VEGETACIÓN Y LOS REGÍMENES DE INCENDIOS DE LA SIERRA DE SAN PEDRO MÁRTIR EN BAJA CALIFORNIA

Richard A. Minnich y Ernesto Franco-Vizcaíno

Introducción

EL AISLAMIENTO HISTÓRICO de la Sierra de San Pedro Mártir (SSPM) en el norte de Baja California ha servido para proteger los muy bien conservados ecosistemas mediterráneos de la zona. Un pastoreo tradicional, practicado desde la época de las misiones, le ha dado a la sierra una relación distintiva entre el hombre y la naturaleza dentro de la Provincia Florística Californiana. Hasta los años setentas, los bosques de coníferas mixtas y chaparral de la sierra estuvieron aislados del manejo convencional de supresión de incendios, práctica que hasta el momento tiene una eficiencia limitada. Es así que durante los últimos 100 años la vegetación, así como su régimen de incendios, han divergido al norte y sur de

la frontera entre México y los Estados Unidos como consecuencia de un experimento natural producido por diferencias en los patrones de uso del suelo (Minnich y Bahre, 1995).

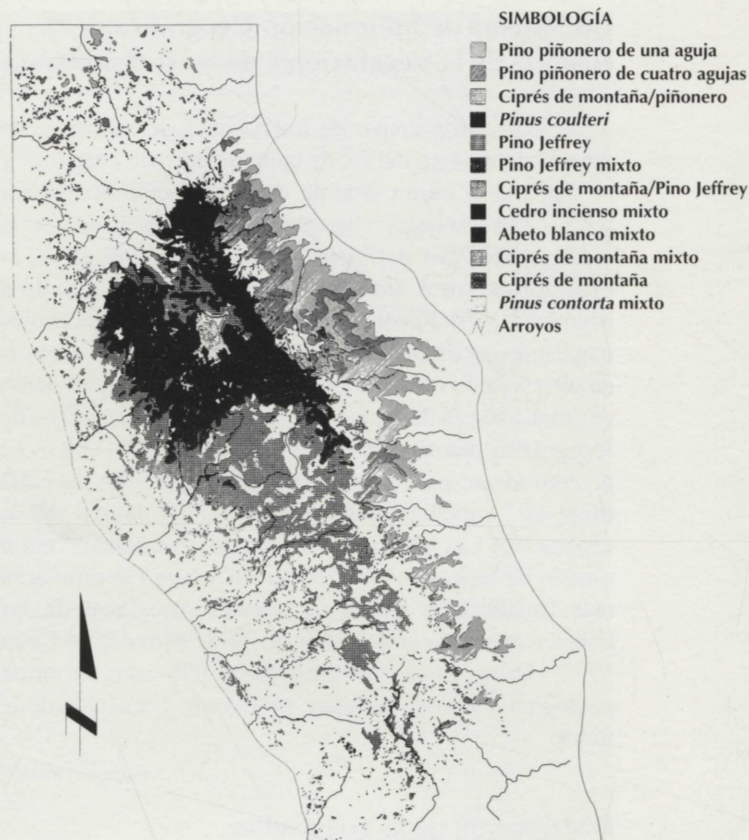
En California, la supresión de incendios ha favorecido el incremento en la densidad de las poblaciones de los bosques así como la ocurrencia de incendios catastróficos. Por otro lado, los incendios no controlados en la SSPM ha mantenido bosques abiertos como los de un parque, mientras que las pequeñas quemaduras en el chaparral han causado un fino mosaico de parches quemados y no quemados. El equilibrio histórico de la Sierra está en peligro debido al sobrepastoreo, al uso recreativo sin control, las potenciales concesiones madereras y el manejo inapropiado de los incendios.

En este artículo examinamos como la vegetación de SSPM, siendo muy similar a la de California, presenta aspectos diferentes. Primero describiremos la distribución de vegetación en SSPM, lo cual será familiar para los que conocen la flora de las montañas de California. En seguida examinamos como los incendios no manejados han conformado los ecosistemas de la SSPM. Finalmente, concluimos con una discusión sobre una propuesta de reserva de la biosfera para la sierra, como un mecanismo para conservar sus recursos biológicos, utilizando los sistemas tradicionales de uso del suelo como base para una política de "incendios libres" en la sierra.

El Entorno Físico

San Pedro Mártir es una montaña rodeada por fallas geológicas, orientada de noroeste a sureste, ubicada 100 km al sureste de Ensenada, Baja California. La sierra está constituida por tres unidades de terreno (Gastil et al. 1975). El lado oriental es un acantilado fuertemente accidentado, con un relieve vertical de 1000 a 2,500 m sobre el Desierto Sonorense. La cresta de SSPM es una extensa altiplanicie de bajíos con praderas y ciénegas. El lado occidental es un escarpe de pendiente menos pronunciada, originado por una falla, con relieves locales de 300 a 500 m. La altitud de la altiplanicie descende en escalones, desde 2,300-2400 m en el norte (pradera de Vallecitos), a 2,000-2,100 m en el centro (praderas de La Grulla, La Encantada y Santa Rosa), hasta 1,800-1,900 m en el sur (Arroyo Santa Eulalia). Hacia el norte, la superficie de Vallecitos descende hasta 1,000 m en el bajío de El Huico. La altiplanicie esta rodeada por una cadena de cerros (2,600-2,950 m) en el este y por la Sierra de la Corona al oeste (2,600 m). Desde Vallecitos a las praderas de La Grulla y la Encantada, la Sierra está constituida por un plutón masivo de granito, que da lugar a cerros de topografía irregular. Los cuerpos graníticos más resistentes a la intemperización forman espectaculares superficies de roca fracturada en Cerro Venado Blanco y desde Cerro Botella Azul al oeste hacia La Grulla. Al sur de La Grulla y la Encantada hay grandes exposiciones de rocas metamórficas que se intemperizan formando laderas de topografía más homogénea. Las unidades metamórficas también afloran en el centro norte de Vallecitos cerca del Observatorio Astronómico Nacional, así como en los cerros del extremo norte de la sierra.

La SSPM se encuentra en el límite sur de la zona de clima mediterráneo de Norteamérica, la cual se caracteriza por lluvias en invierno y sequía en verano. La mayor parte de la precipitación anual se deriva de los ciclones frontales del Pacífico. Los datos de las estaciones meteorológicas más antiguas, así como otros datos pluviométricos (1989-1993), indican que la media de precipitación anual aumenta desde 250 mm en la base occidental de la montaña hasta 700 mm en la Sierra de la Corona (Escoto-Rodriguez,



Mapa de bosques de coníferas en la Sierra de San Pedro Martir. Cortesía de R.A. Minnich.

1994). Este volumen disminuye a 550 mm en el centro de la altiplanicie, y luego se reduce rápidamente hacia la base del acantilado oriental, en el Desierto Sonorense, hasta llegar a 150 mm. La proporción de precipitación que cae como nieve va desde 15% a 1,700 m, hasta 80% a 2,600 m (Minnich 1986a).

La precipitación de verano es escasa, con la excepción de las tormentas vespertinas en julio y agosto. No obstante su latitud meridional, la Sierra tiene un clima muy similar al que se registra en los bosques mixtos de coníferas de California, debido a su altitud. Las medias de temperatura tienen un rango que va desde 0 °C en invierno hasta 18 °C en verano. La precipitación de invierno en SSPM es aproximadamente el 60-80% de los sitios méxicos tanto del sur de California como de la vertiente occidental de la Sierra Nevada. Estas cantidades son comparables a la precipitación registrada en las estaciones de las laderas de sotavento en el sur de California y el lado oriental de la Sierra Nevada. La precipitación de verano en SSPM es un poco mayor que en las estaciones de California. Sin embargo, en SSPM las lluvias de verano no humedecen el suelo más abajo de 50 cm, debido a las altas tasas de evaporación (Escoto-Rodriguez, 1994). Por lo tanto, los ciclones de invierno dominan la hidrología superficial de la sierra, al igual que en California.

Un Sistema de Información Geográfica de la Historia de la Vegetación y de los Incendios

Se elaboraron mapas de los bosques de coníferas, de árboles de madera dura y de comunidades de chaparral y se registraron en un sistema de información geográfica (GIS). Las especies vegetales se identificaron por la configuración del perímetro de la corona y el ápice, la estructura vertical, las sombras y el color, de acuerdo a Minnich (1987). Reconstruimos la historia de los incendios mapeando las cicatrices del fuego en los paisajes, a través de observación estereoscópica, haciendo el acoplamiento de sitios a través del tiempo, en una serie de diez juegos de fotografías aéreas repetidas entre 1942 y 1993. El procedimiento permite que se puedan distinguir las cicatrices de incendios en la heterogeneidad natural de la vegetación. Las fechas de los incendios se categorizaron usando las fechas de las fotos aéreas, y luego se estimaron más finamente a través del estado sucesional de las poblaciones (Minnich y Bahre 1995, Minnich y Chou 1997). Otros temas incluidos en el GIS son: substrato geológico, caminos, veredas, hidrología y tenencia de la tierra.

Distribución de la Vegetación

De una manera similar a lo que ocurre en California, los ecosistemas de la SSPM muestran una amplia distribución zonal relacionada con la altitud y los gradientes de precipitación asociados a la fisiografía de las laderas. El chaparral de las partes bajas es reemplazado por extensos bosques de coníferas en la altiplanicie y por bosques de piñón en el acantilado este. Los patrones locales de las comunidades también son modificados por la pendiente, la orientación y el substrato.

El flanco oeste de la SSPM está cubierto por chaparral dominado por chamizo vara prieta (*Adenostoma fasciculatum*) y chamizo colorado (*A. sparsifolium*). En la base de la ladera occidental (900-1300 m), el chamizo forma comunidades parcialmente abiertas y mezcladas con arbustos desérticos que incluyen *Ephedra nevadensis*, *Simmondsia chinensis*, *Juniperus californica* y *Yucca schidigera*, lo cual nos recuerda las laderas semiáridas de sotavento en las cuencas costeras del sur de California, tales como Aguanga. *Ornithostaphylos oppositifolia*, *Malosma laurina*, y los arbustos caducifolios *Fraxinus trifoliata* y *Aesculus parryi* también se encuentran en estas altitudes. A elevaciones medias (1,300-1,800 m) el chaparral de chamizo toma una forma familiar, con apariencia de alfombra, con *Ceanothus greggi perplexans* como una subdominante importante. Muy pocos otros arbustos son comunes, aunque *Rhus ovata* se encuentra con frecuencia a lo largo de la Sierra. El chaparral de chamizo colorado, dominado por *Adenostoma sparsifolium*, ocupa un área muy extensa, aunque discontinua,

siendo mas común en el bajo de El Huico y en los arroyos al oeste de La Grulla.

Arriba de 1,800 m, los chaparrales de las dos especies de chamizo son reemplazados por comunidades casi monotípicas de *Arctostaphylos peninsularis*, las cuales le dan una conspicua apariencia azul a la Sierra desde la distancia. Se pueden observar comunidades densas de *A. peninsularis* hasta una altura de 2,500 m en la ladera oeste. El chaparral mixto, es decir las comunidades dominadas por arbustos de hoja ancha, como *Quercus*, *Ceanothus*, y/o *Arctostaphylos* (Hanes 1981), no está presente en SSPM, aunque muchas especies de esta comunidad tienen su límite meridional en esta montaña. *Arctostaphylos glauca* se encuentra ocasionalmente arriba de 1,200 m y *Ceanothus leucodermis* se ubica cerca del ecotono chaparral/bosque mixto de coníferas. *Quercus dumosa* y *Heteromeles arbutifolia* se restringen a los aguajes y arroyos. *Q. wislizenii* ha sido colectado solamente en un sitio a 1,900 m, donde hay un agrupamiento de arbustos altos a un lado del camino al Observatorio. Uno de nosotros (Minnich) ha observado otra colonia a la misma altitud en una ladera norte cerca de Corral de Sam. *Fremontodendrom californicum* se ha visto o colectado solamente en unos pocos arroyos cerca de la Misión de San Pedro Mártir y cerca del Cerro "2040" en el sur de la Sierra. En la altiplanicie, *Cercocarpus betuloides* se ha observado solamente en Arroyo Santa Eulalia. *Yucca whipplei* es notable por su escasez, y normalmente se encuentra en laderas orientadas al sur, cerca de la base de la Sierra. La suculenta dominante en el chaparral es *Nolina palmeri*, y crece tanto en el chaparral como en el bosque de coníferas hasta una altura de 2,500 m.

Pocos árboles crecen en la zona de chaparral en SSPM. *Populus fremontii* y *Salix* spp. forman densos bosques de galería a lo largo de los arroyos, principalmente en San Antonio, Valladares, Santa Cruz y San Rafael. En los arroyos desérticos se localizan pequeñas poblaciones frecuentemente asociadas con *Prosopis juliflora*. *Platanus racemosa* se encuentra esporádicamente en el flanco suroeste de la Sierra, entre Rancho San Antonio y San Pablo. *Populus trichocarpa* ha sido colectada solamente a lo largo del Río San Rafael y en el Arroyo de La Grulla, 4 km al suroeste de la pradera. Sobre los arroyos del desierto, en la ladera sur de la Sierra, encontramos *Fraxinus velutina*.

Las tormentas generadas por El Niño en enero de 1993, las cuales produjeron 250 mm de precipitación en dos días en Rancho Santa Cruz y posiblemente 2 a 3 veces más en la altiplanicie, ocasionaron extensas inundaciones, así como fuertes deslaves y remoción de bosques riparios a lo largo de la Sierra. San Pedro Mártir es el límite sur de *Quercus agrifolia*, que se localiza exclusivamente en los arroyos, manantiales y orillas de las ciénegas. La mayoría de las poblaciones se encuentran en la vertiente occidental, entre Mike's Sky Ranch y Arroyo San Antonio, entre 1200 y 1900 m, lo cual es la mayor altitud de su rango, con la excepción de las Montañas de Santa Rosa en el sur de

Extensiones de los Tipos de Vegetación de la Sierra de San Pedro Mártir

Tipo de Vegetación	Area (ha)
Bosque de Coníferas	
Pino Jeffrey	19,330
Bosque mixto de coníferas	15,200
<i>Abies concolor</i> y <i>Pinus lambertiana</i>	3,360
Cedro incienso (<i>Calocedrus decurrens</i>)	547
Ciprés de montaña (<i>Cupressus montana</i>)	784
<i>Pinus contorta</i>	958
<i>Pinus coulteri</i>	154
Bosque de Madera Dura	
Encinal de <i>Quercus chrysolepis</i>	19,388
Encinal de <i>Quercus peninsularis</i>	5,398
Alamillo (<i>Populus tremuloides</i>)	458
Matorrales y Comunidades de Herbáceas	
Chaparral de chamizo	53,350
Chaparral de chamizo colorado	41,653
Chaparral de manzanita peninsular (<i>Arctostaphylos peninsularis</i>)	24,016
Chaparral de bosque	20,946
Praderas de montaña	2,558

California. Se descubrió, a través de fotografía aérea, una nueva colonia en el Arroyo El Horno, 7 km al suroeste de las poblaciones previamente conocidas cerca de Rancho San Antonio. Reid Moran colectó *Q. agrifolia* cerca de la costa del Pacífico en la misma latitud, en una terraza del Arroyo Santo Domingo, cerca de las ruinas de la misión. En el Bajío de El Huico, en el acantilado oriental, hay una pequeña población de aproximadamente 20 árboles cerca de un aguaje.

El árbol más común en el chaparral es *Pinus quadrifolia* (5-15 m de altura), el cual presenta un mosaico fragmentado de miles de poblaciones a lo largo de la ladera oeste. Este árbol también forma un cinturón continuo en el acantilado este, entre 2,000 y 2,600 m, antes de dar lugar a bosques abiertos de *P. monophylla* más abajo. Los bosques de *P. monophylla* continúan hacia abajo hasta cerca de 1,200 m, donde encuentra bosques micrófilos y matorrales de gobernadora (*Larrea tridentata*) del Desierto Sonorense. Los bosques de *P. quadrifolia* crecen en la ladera oeste y la parte alta del acantilado este en chaparral de chamizo (negro y colorado) o de manzanita peninsular, así como en densos matorrales de *Q. chrysolepis*, arriba de 2,200 m. Por otro lado, encontramos bosques más secos de *P. monophylla* con sotobosque abierto de chaparral desértico dominado por *Quercus cornelius-mulleri*, *Q. peninsularis*, *Rhamnus crocea*, *Rhus ovata* y *Fremontodendron cali-*

fornicum, así como las especies de hoja suculenta *Agave deserti* y *Nolina palmeri*. *Cercocarpus betuloides* se presenta a lo largo de los arroyos. Uno de nosotros (Minnich) ha colectado *Rhus kearneyi*, muy relacionada con *R. ovata* y *R. integrifolia*, sobre la Cañada de La Providencia. Este es uno de los pocos sitios donde este arbusto se encuentra fuera de su localidad tipo en las Tinajas Altas de Sonora. El matorral desértico en la base del acantilado oriental también incluye bosques micrófilos dominados por *Prosopis juliflora*, *Cercidium floridum* y *Olneya tesota*, así como algunas especies suculentas del Desierto Central como el cardón (*Pachycereus pringlei*), ocotillo (*Fouquieria splendens*) y *Ferocactus*. La palma ceniza (*Brahea armata*) abunda en los arroyos desérticos y en sitios húmedos en los cantiles del sur de la SSPM; hacia el norte hasta Cañón El Cajón en el acantilado este y hasta Arroyo San Pablo en la ladera oeste. El matorral desértico inmediatamente al este de la SSPM tiene un aspecto arbóreo inusual para el Desierto Sonorense, debido a las abundantes lluvias de verano, producidas por las tormentas que se alejan de la Sierra.

Las especies arbóreas de los bosques mixtos perennifolios californianos (cf. Sawyer et al. 1988) son raras o ausentes en SSPM. En California, el bosque mixto perennifolio es una transición entre el chaparral y los bosques mixtos de coníferas. Las montañas del sur de

California, por ejemplo, tienen extensos bosques de *Pinus coulteri* y *Pseudotsuga macrocarpa* asociados con *Quercus chrysolepis*, *Q. kelloggii* y *Umbellularia californica*. En la SSPM, sólo *Q. chrysolepis* es abundante, aunque únicamente como sotobosque en los bosques mixtos de coníferas. Unas pocas poblaciones descienden hasta el cinturón de chaparral en pendientes fuertes con exposición norte y en los cañones hasta una elevación de 1,800 m. Este árbol es morfológicamente variable, igual que en California, pero la mayoría de las poblaciones pertenecen a un ecotipo arbustivo de hoja pequeña (Myatt 1975), aunque algunos árboles pueden crecer hasta 20 m en los arroyos. La forma con hojas grandes se puede ver ocasionalmente en las laderas del oeste en la Sierra de la Corona. En los extremos norte y sur de la sierra se encuentran pequeñas agrupaciones de *Pinus coulteri* (Minnich 1987). La población norteña crece desde 1,800 m hasta 2,300 m en sitios metamórficos con exposición norte, 7 km al norte de Cerro Venado Blanco. La población sureña crece en Cerro "2040", un pico de roca granítica, entre 1,800 y 2,000 m, con pequeños grupos extendiéndose 8 km al oeste, sobre un arroyo, hasta llegar a 1,400 m (Minnich 1986b, Minnich 1987). Los residentes locales

han conocido este árbol por mucho tiempo. Se puede ver un cono en el Rancho Meling; y Felipe Meling colectó muérdago parasitando *P. coulteri* en un sitio del Cerro "2040" durante los setentas. Ambos bosques de *P. coulteri* crecen en un denso chaparral de *Arctostaphylos peninsularis*, *A. pringlei*, *A. pungens*, y *Quercus chrysolepis*.

Los bosques mixtos de coníferas en SSPM se encuentran arriba del chaparral o en hábitats dentro del chaparral donde la cobertura arbustiva es escasa o ausente. La composición de especies arbóreas cambia con la exposición y la altitud. Los bosques entre 1,300 y 1,900 m presentan poblaciones monotípicas de *Pinus jeffreyi* creciendo en las cuencas libres de arbustos, al margen de las praderas y a lo largo de los arroyos. Este patrón es similar a los bosques de la Sierra Juárez y a los de Pine Valley (Laguna Mountains), Garner Valley (San Jacinto Mountains) y las cuencas altas alrededor de Gorman, en el sur de California. Más arriba de 1,900 m el bosque de pino abarca desde las bases de las cuencas hacia las laderas con exposición norte, revestidas con una rala cubierta de arbustos y/o *Quercus chrysolepis*. El bosque de pino Jeffrey es más común a lo largo del arroyo Santa Eulalia y alrededor de las tres grandes praderas de La Grulla, La Encantada y Santa Rosa.

Bosque mixto de coníferas con *Abies concolor* (izquierda), *Pinus lambertiana* y *Pinus jeffreyi* en una ladera orientada al norte, en el sureste de Vallecitos.



Unas cuantas poblaciones se encuentran en los arroyos de los cañones en la parte alta del escarpe oriental al norte del Observatorio, en las cuencas o arroyos de la planicie de El Huico y en el Cerro San Matías, un pico aislado de 2,200 m, 15 km al norte de la altiplanicie de SSPM (Minnich 1986b).

Los arbustos importantes del bosque de *Pinus jeffreyi* incluyen *Arctostaphylos pringlei*, *A. pungens*, *A. peninsularis*, *Quercus peninsularis* y *Salvia pachyphylla*. *Artemisia tridentata* es sorprendentemente rara y pocas veces se encuentra arriba de los 1,800 m. Las mayores poblaciones de esta especie se presentan en el arroyo Santa Eulalia, en la cuenca de El Huico y en tierras que fueron cultivadas hace 200 años en la Misión de San Pedro Mártir. *Chrysothamnus nauseosus*, un arbusto común en el Oeste de los Estados Unidos, no ha sido reportado en SSPM. Reid Moran realizó una colecta botánica en una extraordinaria población de pino Jeffrey, descrita por Wiggins (1944:291), sobre el Arroyo San Antonio, a 700 m de elevación. Esta población es notable no sólo por su altura, sino porque la misma colonia parece haber sido descrita por Fray Junípero Serra hace dos siglos, quien refiere a "dos grandes pinos entre los demás" en ese sitio (Tibesar 1955).

Más arriba de los 2,200 m, el bosque de *Pinus jeffreyi* es reemplazado por un cinturón de bosque mixto de coníferas, similar a los bosques de California. Las laderas con exposición sur y los fondos de los valles son dominadas por *P. jeffreyi*, con *Abies concolor* y *P. lambertiana* como especies asociadas. El abeto blanco (*Abies concolor*) es dominante en las pendientes fuertes de la altiplanicie con exposición norte. *P. lambertiana* es más abundante en riscos y laderas muy inclinadas. El bosque de abeto blanco es más común en las laderas méxicas de la Sierra de la Corona y a lo largo del parteaguas oriental entre La Encantada y el Cerro Venado Blanco. La mayoría de los bosques mixtos de coníferas se presentan en la altiplanicie, aunque algunas poblaciones descienden sobre las laderas con exposición norte, tanto en la vertiente oriental como en la occidental, hasta una altura de 2,000 m. Unas cuantas poblaciones de *P. lambertiana* crecen también con *P. jeffreyi*, a la sombra de algunas cimas cerca de La Grulla y La Encantada, que es el límite sur de esta especie. Los reportes de Wiggins (1944) de *Abies concolor* cerca de Santa Rosa no han sido verificados; y no se ha reportado ningún caso en La Grulla y La Encantada.

Otras coníferas tienen solamente distribución local en SSPM. *Calocedrus decurrens* crece sobre los arroyos y en las orillas de las praderas, principalmente en el flanco occidental de la altiplanicie. La población más sureña se encuentra sobre arroyo El Horno, arriba de la Misión de San Pedro Mártir. Unos pocos individuos se encuentran en algunos arroyos al sureste y al norte de La Grulla. Hay una población abajo de una cascada en el arroyo El Potrero, a 1,100 m (Wiggins 1944). Esta especie también es común en la mayoría de los arroyos de la Sierra de la Corona, en

los afluentes del Río San Rafael y en el flanco occidental del Cerro Venado Blanco. Además, es una especie importante asociada a los bosques de abeto en la orilla norte de la altiplanicie. *Calocedrus decurrens* se encuentra ocasionalmente en el lado oeste de Vallecitos, pero no en el lado este, y tampoco en el parteaguas oriental. La población más grande en el escarpe oriental se encuentra sobre la cañada de La Providencia entre los 1,400 y 2,000 m. Se encuentran poblaciones más pequeñas al norte del observatorio, sobre el Cañón del Diablo y en Cañón Copal.

El ciprés endémico, *Cupressus montana*, se mezcla con *A. concolor* y *P. lambertiana* en la parte alta de la ladera oriental, encontrándose las mayores poblaciones en salientes y fracturas del Picacho del Diablo. Algunas pequeñas poblaciones ocurren en los arroyos al norte y al este de La Encantada. Reid Moran registró árboles solitarios en el arroyo entre La Encantada y La Grulla, así como en el Cerro de la Víbora. Las fotografías aéreas revelaron nuevas poblaciones sobre el escarpe, a lo largo de 15 km, desde el norte del Picacho del Diablo hasta el Cerro Venado Blanco. Algunos árboles jóvenes descienden hasta los 1,400 m en la parte baja de la Cañada de la Providencia.

Son comunes los bosques subalpinos de *Pinus contorta* en las orillas de las praderas y a lo largo de los arroyos en Vallecitos. Esta especie también crece en las exposiciones norte del Cerro Botella Azul, la cima más alta de la altiplanicie (2950 m), así como en superficies rocosas dispersas sobre el parteaguas oriental entre ese cerro y el observatorio. Unos pocos individuos de *P. contorta* crecen dentro del bosque de ciprés y abeto blanco, cerca de la cumbre del Picacho del Diablo.

Solamente dos especies de árboles de madera dura son comunes en el bosque mixto de coníferas: *Quercus chrysolepis* y *Populus tremuloides*. *Q. chrysolepis* es común en pendientes fuertes, generalmente con exposición norte, abajo de 2,300 m, y en las praderas de exposición sur arriba de esa altitud. Las poblaciones compactas de *Populus tremuloides* son frecuentes en Vallecitos y a lo largo del borde oriental hacia el norte, hasta Cerro Venado Blanco. La mayoría de estas colonias crecen en los arroyos y orillas de las praderas, aunque la especie también se puede extender localmente hacia las laderas con exposición norte de Cerro Venado Blanco y Cerro Botella Azul. En el centro de la Sierra se encuentra una población aislada, en un cañón inmediatamente al oeste de Santa Rosa. Los bosques mixtos de coníferas contienen abundantes poblaciones abiertas de chaparral boscoso, dominado por *Arctostaphylos patula*. *Ceanothus cordulatus* es común en sitios recientemente quemados. *C. palmeri*, una especie muy relacionada, se encuentra en el ecotono bosque-chaparral en la ladera oeste de la Sierra de la Corona. También se pueden observar híbridos entre estos congéneres y *C. leucodermis* a lo largo de este ecotono. *Garrya grisea*, una especie endémica de SSPM, crece en laderas rocosas arriba de 2,000 m. Una población solitaria de *Cercocarpus*

ledifolius se encuentra en un risco inmediatamente al este del Observatorio, siendo ésta su única localidad en México. Esta población, la cual aparentemente fue vista hace un siglo por Brandegee (1893), fue registrada recientemente por Robert Thorne. Los arbustos perennifolios esclerofilos están casi ausentes en los bosques de Vallecitos, así como en las laderas de exposición norte en el parteaguas oriental y en la Sierra de la Corona. Los subarbustos importantes del bosque mixto de coníferas incluyen *Symphoricarpos parishii* y *Holodiscus microphyllus*.

La cubierta de herbáceas es común en los bosques de SSPM, pero la cobertura es usualmente menos de 10%, debido a la sequía de verano. Solamente se encuentra cobertura densa en las praderas de montaña dominadas por *Juncus* y *Carex*, de una manera similar a California. Otras herbáceas abundantes son *Poa annua*, *Ranunculus cymbalaria*, *Epilobium adenocaulon*, *Astragalus gruinus*, *Oenothera californica*, *Berula erecta* y *Cirsium foliosum*. Las praderas más secas o sobrepastoreadas están cubiertas por herbáceas perennes de los géneros *Achillea*, *Potentilla*, *Aster* y *Muhlenbergia*. La especie exótica *Bromus tectorum* se puede ver en la transición pradera-bosque. Esta especie casi desapareció de la SSPM durante el anómalo invierno de 1990-1991. Aparentemente, este zacate creció durante un periodo de lluvias escasas invernales, con temperaturas más altas de lo normal en enero y febrero; y murió después de que cayeron 1-2 metros de nieve durante el mes de marzo.

La distribución espacial de la vegetación es afectada fuertemente por el sustrato. En el chaparral, *Adenostoma sparsifolium* prefiere los granitos, al igual que en Sierra Juárez y las montañas de Santa Rosa y San Jacinto en el sur de California. De manera similar, *Quercus chrysolepis* y *Arctostaphylos patula* son más abundantes en los sitios graníticos, al norte de La Grulla y La Encantada. El sotobosque de *Q. chrysolepis* se cambia abruptamente a chaparral mixto de *Q. peninsularis* con *Arctostaphylos pringlei* y *A. pungens* en las unidades metamórficas hacia el sur. En Vallecitos, *Q. peninsularis* crece exclusivamente en las pendientes metamórficas al oeste del observatorio. *Populus tremuloides* se encuentra restringido casi totalmente al sustrato granítico. Entre las coníferas, *Pinus jeffreyi* evita las laderas cubiertas de chaparral en las unidades metamórficas y forma bosques abiertos en los cerros con sustrato granítico. Similarmente, *Abies concolor* y *Pinus lambertiana* son más abundantes en los granitos que en las zonas metamórficas en altitudes similares. Estas dos especies dominan los bosques de los escarpes graníticos del Cerro Venado Blanco, aun en las pendientes con exposición hacia el sur, mientras que *Abies concolor* es escaso, y *P. lambertiana* está ausente en los suelos desarrollados sobre rocas metamórficas hacia el sur. *Cupressus montana* se presenta exclusivamente en las zonas graníticas, evitando los sustratos metamórficos entre el observatorio y Cerro Venado Blanco. En general, las zonas graníticas soportan especies más méxicas que las unidades metamórficas. Los

suelos graníticos tienen mayores tasas de infiltración y retienen menos la humedad que los suelos más finos derivados de rocas metamórficas. Además la roca madre de granito impermeable canaliza el agua a los intersticios e impide así la percolación profunda.

Incendios Naturales

El fuego tiene un efecto importante sobre la composición específica, la estructura y la función de los chaparrales y bosques de SSPM. Las condiciones de humedad y temperatura del clima mediterráneo no son favorables para la descomposición de la materia orgánica (Hart et al. 1992), pero sí para la acumulación de combustible, con una alta posibilidad de incendios. La frecuencia de incendios (número de eventos por unidad de tiempo) es alta, y aun sin un control efectivo del fuego, los intervalos de recurrencia de los incendios son largos, con un promedio de 50 años, tanto en chaparral como en bosque mixto de coníferas. Esto se debe a un aumento paulatino en el riesgo de incendio en la sucesión ecológica, relacionado con la baja tasa de productividad primaria y la acumulación gradual del dosel, combinado con la alta humedad de la vegetación. Tanto el chaparral como el bosque están compuestos de especies esclerófilas perennifolias, con un buen control estomático para reducir la transpiración, que tienen, por lo tanto, una baja tasa de fotosíntesis. Sólo una pequeña proporción del fotosintato fijado se asigna a "material fácilmente incendiable" (ramitas y follaje), y el resto se invierte en madera poco inflamable, es decir tallos grandes y troncos. Aún las agujas de las coníferas que se acumulan sobre el suelo tienen poca capacidad de arder fácilmente debido a una insuficiente exposición de las agujas al oxígeno.

Sin control de incendios, estas características producen un patrón predecible de incendios. Durante 1925-1991, se quemaron un total de 143,355 hectáreas, la mayoría en chaparral y bosques de coníferas en la ladera oeste y la altiplanicie. Aunque el número de incendios es alto (865 desde 1925), el tamaño de los incendios responsables de la mayoría del área quemada (61%) es pequeño (200-6,400 ha), lo cual es aproximadamente diez veces menor que para California bajo un régimen de control de incendios (p.e. Minnich 1983; Minnich en prensa). La relación inversa entre la frecuencia y el tamaño de los incendios es el resultado de una tasa de quemas uniforme, vinculada con el riesgo de incendios que depende del tiempo. La mayoría de los incendios grandes, tanto en chaparral como en bosque de coníferas, ocurren en comunidades viejas (mayores de 50 años), pero estas quemas forman estrechas zonas de traslape con incendios recientes que carecen de suficiente combustible para sostener un nuevo incendio. En otras palabras, los mosaicos de parches son creados por la historia previa de incendios. Por lo tanto, el patrón de recambio de parches es un proceso auto-organizado y no

aleatorio, de forma tal que los futuros incendios se pueden predecir a través del mosaico de parches. Esto es similar a lo que ocurre en la Sierra de Juárez y en el sur de California (Minnich y Chou, en prensa).

También se puede ver la ocurrencia no-aleatoria de incendios en el gradiente de intervalos de retorno en la SSPM. Estos van desde 40-50 años en el chaparral y bosques de coníferas en la ladera métrica del oeste, hasta 80 años en los bosques de ciprés de montaña en las cimas orientales. En los bosques de pino piñonero del seco escarpe oriental, los intervalos de retorno de incendios pueden ser tan largos como varios siglos. Esta tendencia sugiere que la productividad de los bosques es proporcional a la media de la precipitación anual; indicando que los bosques de la parte métrica en el oeste de la altiplanicie tienen tasas de acumulación de combustible más altas que los bosques del este.

La alta frecuencia de incendios está relacionada con las tormentas eléctricas del verano, las cuales coinciden con la época de sequía (Minnich et al. 1993). Los árboles dañados por los rayos se pueden ver frecuentemente en la sierra. Sin embargo, considerando que la tasa de descargas eléctricas nubes-suelo es 46 veces más grande que la tasa de quemaduras, es evidente que la mayoría de los rayos no provocan incendios. La alta proporción de rayos que no producen incendios se debe a la sobreabundancia de descargas. Dada la tasa actual de rayos, un parche de tamaño igual a la media del mosaico (1,000 ha) recibe una descarga cada tres años, o aproximadamente 20 veces durante un intervalo de retorno de incendios. Obviamente, la mayoría de los rayos caen en sitios que carecen de suficiente combustible para sostener grandes quemaduras. Una evidencia adicional se vio en las fotos aéreas tomadas en julio de 1991, en las que se observan 212 incendios minúsculos, causados por las tormentas ocurridas en el mes anterior. Casi todos esos incendios quemaron menos de una hectárea; y ninguno fue suprimido.

La forma en que la vegetación se quema en SSPM depende de la estructura de la misma. El chaparral se caracteriza por tener una densa cubierta arbustiva, lo que produce incendios que eliminan la mayor parte de la biomasa aérea (Bahre y Conrad 1991). La fragmentación del mosaico vegetal causada por las numerosas quemaduras desfavorece los grandes incendios.

Después del incendio, el rebrote de los arbustos, junto con la germinación de las semillas almacenadas en el suelo, forman un dosel cerrado después de 5 a 20 años, y las comunidades llegan a madurar después de 30 años (revisiones de Hanes 1981; 1988; Keeley y Keeley 1989). La pronta recurrencia de los incendios es poco factible porque los combustibles se agotan después de un incendio y, además, el fuego raramente se extiende a través de las comunidades jóvenes y abiertas. La inflamabilidad se incrementa gradualmente con la edad de las comunidades debido a factores tales como la acumulación de necromasa, el aumento en la disponibilidad del combustible conforme



Incendio forestal cercano a La Puerta en el flanco occidental de la Sierra de La Corona en 1987.

el dosel se cierra y la aceleración del estrés hídrico en la medida que aumenta el área de follaje (Riggan et al. 1988). Las cronosecuencias de sucesión después del incendio a lo largo de la frontera México-E.U. muestran que el chaparral parece ser estable tanto en un régimen de incendios pequeños y frecuentes, como se ve en SSPM, como en un régimen de incendios grandes e infrecuentes, como ocurre en el lado estadounidense. Los arbustos rebrotan o se reclutan *in situ* a partir de bancos dispersos de semillas, permitiendo el eficiente establecimiento de las comunidades bajo una alta variabilidad en los intervalos y tamaños de los incendios.

Los bosques de *Pinus quadrifolia* y *P. monophylla* son destruidos por los incendios porque crecen junto al chaparral altamente combustible y su dosel es aledaño al sotobosque. No existen estudios que documenten la sucesión en *P. quadrifolia* después de la quema. Las fotografías aéreas repetidas sugieren que esta especie coloniza rápidamente las aéreas quemadas. La dispersión de semillas a largas distancias aparentemente se debe a las aves (Vander Wall y Balda 1976), ya que tanto los conos como las semillas son destruidos por el fuego. Esta idea es apoyada por el hecho de que las comunidades tienen árboles de diferentes edades como resultado del reclutamiento continuo, como es típico en los pinos blancos. Las comunidades fragmentadas en la ladera occidental corresponden al chaparral viejo. Indudablemente, las comunidades más jóvenes también tienen arbolitos, pero estos no se ven en las fotos aéreas. La mayor continuidad de los bosques en las partes altas del escarpe oriental parece reflejar mayores intervalos entre incendios, así como periodos de sucesión más largos.

La ecología de incendios de los bosques de *P. monophylla* en Baja California tampoco ha sido estudiada. La mayoría de los incendios en este ecosistema parecen ser de corona porque la cobertura de arbustos es demasiado abierta



Mosaico de incendios en chaparral cerca de la pradera de Santo Tomás en el sur de la Sierra de San Pedro Mártir.

para sostener las llamas sobre grandes áreas. Pocas poblaciones se han quemado desde 1925, y los intervalos entre incendios se estiman en más de 500 años. La sucesión después de la quema puede ser similar al sur de California (Wangler y Minnich, en prensa). Los bosques quemados son colonizados por una densa capa de arbustos de *Artemisia tridentata* o chaparral desértico. El establecimiento de *P. monophylla* se demora 20-30 años por el levantamiento del suelo debido a las heladas y las plántulas parecen enraizar bajo los arbustos que actúan como plantas nodrizas. (La mayoría de las plántulas se encuentran solamente a 1-2 cm del eje de la raíz de los arbustos). El desarrollo gradual de la cubierta de piñoneros después de unos 75 años reduce los efectos de congelamiento y descongelamiento del suelo, lo que inicia un proceso de reclutamiento al azar. Finalmente, el dosel se cierra después de unos 100-150 años, lo que corresponde con la declinación del estrato arbustivo.

Las características de las poblaciones del bosque de *Pinus coulteri* en SSPM parecen ser una manifestación de los regímenes de incendios de dosel. Casi ninguna de las

poblaciones maduras se había quemado desde la primera serie fotográfica de 1942. Los árboles tienen una estatura uniforme, por lo que presumiblemente son de la misma edad. Casi todos los árboles quemados desde 1942 perecieron debido a los incendios. Esto se debe al tamaño pequeño de los árboles y a su ubicación en el chaparral denso. Las fotos aéreas muestran individuos de *P. coulteri* de edad homogénea emergiendo del sotobosque 20 años después de un incendio. Los árboles parecen reclutarse durante la primera temporada de crecimiento después del incendio, de semillas esparcidas por los conos parcialmente serotinos. Algunas poblaciones han sobrevivido a los incendios en laderas rocosas difíciles de quemar. Estos sitios posiblemente significan una fuente segura de semilla, lo que puede ser importante cuando los incendios son seguidos por una sequía severa que impida el reclutamiento (Minnich 1986b).

Los bosques mixtos de coníferas son abiertos y tienen la apariencia de parques, con densidades de 50-150 árboles por hectárea, probablemente como resultado de los incendios superficiales que ocurren aproximadamente cada

50 años. Aunque la existencia de estos bosques abiertos ha sido atribuido a los suelos porosos y el clima seco (p.e. Nelson 1921), hay evidencia que la densidad de las poblaciones podría incrementarse, tal como ha ocurrido en California. La densidad de renuevos (100-600 por hectárea) es de 2 a 4 veces mayor que la de los árboles maduros, y las cronosecuencias revelan un incremento de 15 arbolitos de tamaño mediano después de 50 años de sucesión. Localmente, los bosques que no se han quemado en 70 o más años tienen densidades de hasta 400 tallos por hectárea; similar a los bosques que se han densificado en el Sur de California (Minnich et al. 1995) y en la Sierra Nevada (Vankat y Major 1978). Los incendios superficiales queman la mayoría de arbolitos hasta 10-15 m de alto, dejando intacto el estrato del dosel. Existe poca evidencia de un incremento en la densidad de los bosques a nivel de paisaje, aun con intervalos entre incendios de 50 años, porque la incorporación de plantas nuevas es contrarrestada por la alta tasa de mortalidad en los incendios. La mayoría de los bosques son dominados por pinos maduros, en contraste con California, donde los bosques muestran una tendencia a substituir la dominancia de *P. ponderosa* y *P. jeffreyi* maduros por la preponderancia de las clases juveniles de *Abies concolor* y *Calocedrus decurrens* (cf. Rundel 1988; Minnich et al. 1995).

Los incendios parecen jugar un papel importante en la distribución de los bosques. Esto se debe al balance dinámico entre la destrucción de las poblaciones generada por el disturbio y el restablecimiento de los bosques a lo largo de gradientes ambientales relacionados con las interacciones entre el clima, el incendio y las características del terreno. Por ejemplo, *Pinus quadrifolia*, con una capacidad reproductiva más alta que *P. monophylla*, puede subsistir bajo la quema recurrente en el escarpe occidental, mientras que *P. monophylla* sobrevive en ambientes con bajo riesgo de incendios en el árido escarpe oriental. La sobrevivencia de ambos piñones sería difícil bajo el bosque mixto de coníferas debido a la eliminación selectiva del sotobosque por los incendios.

Pinus coulteri, con su estrategia de reclutamiento basada en la serotinia parcial de sus conos, se beneficia de los incendios que reemplazan las poblaciones y que son favorecidos por el chaparral denso y las laderas empinadas. Los incendios intensos favorecen el establecimiento de las plántulas, ya que enriquecen el suelo y reducen la competencia de los arbustos. Además, *P. coulteri* tiene una ventaja selectiva sobre las especies del bosque mixto de coníferas, las cuales carecen de la capacidad reproductiva suficiente para subsistir bajo un régimen de intervalos cortos entre incendios. La adaptación más importante de las especies del bosque mixto de coníferas es su sobrevivencia directa a los incendios de sotobosque debido a su gruesa corteza y elevada altura. Estas comunidades crecen en áreas de baja biomasa de chaparral, ya sea arriba de la zona de chaparral, o en terreno plano dentro de la zona de chaparral.

Una Reserva de la Biósfera en la Sierra de San Pedro Mártir

La SSPM se encuentra actualmente en riesgo debido al aumento de los intereses comerciales en el área, incluyendo amenazas debido al manejo inapropiado de los incendios y las concesiones para la tala. La Sierra estuvo aislada hasta los años setentas, y esto protegió a la región de las prácticas convencionales de manejo de los incendios. Los bosques abiertos de la sierra son una memoria viva de los ambientes boscosos de California y el Oeste de los E. U. en el siglo XIX. La sierra es un laboratorio natural único para los estudios comparativos y experimentales para mejorar las políticas de manejo tanto en México como en los E. U., ya que para mantener y restaurar los ecosistemas se requiere conocer el pasado. Además del "buen manejo" (a través de la ausencia de manejo) de la ecología de incendios, la sierra tiene una extraordinaria diversidad biológica y ejemplos del uso tradicional del suelo. La sierra es el hogar de una ardilla endémica (*Sciurus douglassii*) relacionada con la ardilla Kaibab del norte de Arizona. Una población de borrego cimarrón entre 1000 y 2000 individuos vive en el acantilado oriental, y la trucha endémica (*Onchorhynchus mykiss nelsoni*) se encuentra en dos arroyos del lado oeste. El gigantesco cóndor californiano (*Gymnogyps californianus*) volaba sobre la altiplanicie de la montaña hasta los años cuarentas. Los Kiliwa habitan en la parte norte de la SSPM. Esta es una de las últimas culturas indígenas de cazadores y recolectores que permanecen sobre la costa del Pacífico entre Canadá y el extremo de la Baja California. El sitio arqueológico de la Misión de San Pedro Mártir nunca ha sido saqueado. El aislamiento de la sierra también ha conservado un sistema de pastoreo tradicional que data desde los tiempos de las misiones dominicas, a finales del Siglo XVIII.

Sin embargo, el rápido incremento en la población regional, así como un creciente interés en el aprovechamiento de los recursos naturales de la sierra, representan un reto al uso sustentable de la región. Mientras que el pastoreo tradicional y la tala selectiva no han causado una fuerte degradación del medio ambiente, las políticas para el uso en el futuro deben ser establecidas antes que se desarrollen conflictos sobre la tierra y los recursos. La sierra es un sitio idóneo para el establecimiento de una reserva de la biósfera bajo el programa del Hombre y la Biosfera (MAB) de la UNESCO y del Comité Mexicano del MAB (MAB-México). El programa de reservas de la biósfera promueve la integración de las actividades tradicionales con las prácticas de conservación, a través de programas interdisciplinarios de investigación con el fin de mejorar el manejo de las áreas protegidas (Halffter 1981; Gomez-Pompa y Kaus 1992).

Los estudios preliminares llevados a cabo por un equipo binacional de investigadores, que incluyen ecología de incendios, hidrología, suelos, pastoreo, arqueología e historia, han sido complementados por trabajos sobre

biología de la trucha y de los bosques, realizados por otros equipos internacionales de investigadores. Dentro de una reserva de la biósfera habría un comité científico consultivo que evaluaría la sustentabilidad de las actividades actuales y propuestas, y proporcionaría la información científica necesaria para establecer un plan de manejo. La participación de los usuarios locales sería un requisito para la toma de decisiones sobre los usos permitidos de la tierra. Una reserva de la biósfera también pudiera traer nuevas oportunidades económicas, como el ecoturismo, que sean compatibles con las metas de conservación. La importancia del concepto de reserva de la biósfera es la integración de ejidatarios, investigadores, ambientalistas y autoridades, quienes trabajarían juntos en la conservación de los recursos de la sierra, fomentando el beneficio de la población local. Como parte de este plan de manejo, una meta sería la implementación de una política de "incendios libres" para mantener el régimen de incendios no controlados que ha existido en la sierra desde la prehistoria.

Literatura Citada

- Barro, S.C. y S.G. Conard. 1991. Fire effects on California chaparral systems: An overview. *Environmental International* 17:135-149.
- Brandeggee, T.S. 1893. Southern extension of the California flora. *Zoe* 4:199-210.
- Chambers, K.L. 1955. A collection of plants from the eastern flank of the Sierra San Pedro Mártir. *Contributions to the Dudley Herbarium* 4:323-330.
- Escoto Rodríguez, M. 1994. Balance del agua del suelo en tres sitios de estudio en la Sierra de San Pedro Mártir, Baja California. Tesis. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada.
- Gastil, R.G., R.P. Phillips y E.C. Allison. 1975. Reconnaissance Geology of the State of Baja California. The Geological Society of America, Inc. Memoir 140.
- Gómez-Pompa, A. y A. Kaus. 1992. Taming the wilderness myth: environmental policy and education are currently based on Western beliefs about nature rather than on reality. *Bioscience* 42:271-279.
- Halffter, G. 1981. The Mapimi Biosphere Reserve: Local participation in conservation and development. *Ambio* 10 (2-3):93-96.
- Hanes, T.L. 1981. California chaparral. En: *Mediterranean Scrublands*, vol.2 de *Ecosystems of the World* (F. diCastri, D.W. Goodall, y R.W. Specht, eds.). Elsevier Scientific, Nueva York.
- Hanes, T.L. 1988. Chaparral. pp. 417-469. En: *Terrestrial vegetation of California* (M.G. Barbour y J. Major, eds.). California Botanical Society.
- Hart, S.C., M.K. Firestone, y E.A. Paul. 1992. Decomposition and nutrient dynamics of ponderosa pine needles in a mediterranean-type climate. *Canadian Journal of Forestry Research* 22:306-314.
- Keeley, J.E. y S.C. Keeley. 1989. Chaparral. En: *North American Terrestrial Vegetation*, (M.G. Barbour y W.D. Billings eds.), pp.166-207. Cambridge University Press. 434 pp.
- Keeley, J.E. 1989b. Seed germination and life history syndromes in the California chaparral. *Botanical Review* 57:81-117.
- Minnich, R.A. 1983. Fire mosaics in southern California and northern Baja California. *Science* 219:1287-1294.
- Minnich, R.A. 1986a. Snow levels and amounts in the mountains of southern California. *Journal of Hydrology* 89:37-58.
- Minnich, R.A. 1986b. Range extensions and corrections for *Pinus jeffreyi* and *P. coulteri* (Pinaceae) in northern Baja California. *Madroño* 33:144-145.
- Minnich, R.A. 1987a. The distribution of forest trees in northern Baja California. *Madroño* 34:98-127.
- Minnich, R.A., E. Franco-Vizcaíno, J. Sosa-Ramírez, y Y.H. Chou. 1993. Lightning detection rates and wildland fire in the mountains of northern Baja California. *Atmósfera* 6:235-253.
- Minnich, R.A., y C.J. Bahre. 1995. Wildland fire and chaparral succession along the California-Baja California boundary. *International Journal of Wildland Fire* 5:13-24.
- Minnich, R.A., M.G. Barbour, J. Burk, y R. Fernoe. 1995. Sixty years of change in conifer forest of the San Bernardino Mountains, California. *Conservation Biology* 9:902-914.
- Minnich, R.A. y Y.H. Chou. 1997. Wildland firepatch dynamics in the chaparral of southern California and northern Baja California. *Journal of Wildland Fire* 7:221-248.
- Nelson, E.W. 1921. Lower California and its natural resources. *Memoirs National Academy of Sciences* 16:1-194.
- Riggan, P.J., S. Goode, P.M. Jacks, y R.N. Lockwood. 1988. Interaction of fire and community development in chaparral of southern California. *Ecological Monographs* 58: 155-176.
- Rundel, P.W., D.T. Gordon, y D.J. Parsons. 1988. Montane and subalpine vegetation in the Sierra Nevada and Cascade Ranges. pp. 559-600. En: *Terrestrial vegetation of California* (M.G. Barbour y J. Major, eds.), California Botanical Society.
- Sawyer, J.O., D.A. Thornburgh, y J.R. Griffin. 1988. Mixed evergreen forest. pp. 359-381. En: Barbour, M.G. y J. Major (eds.). *Terrestrial vegetation of California*. California Native Plant Soc. Special Pub. 9. Sacramento, CA.
- Tibesar, A. 1955. Writings of Junipero Serra. Academy of American Franciscan History Washington, D.C.
- Van der Wall, S.B., y R.P. Balda. 1977. Coadaptation of the Clark's Nutcracker and the pinyon for efficient seed harvest and dispersal. *Ecological Monographs* 47:89-111.
- Vankat, J.L. y J. Major. 1978. Vegetation changes in Sequoia National Park, California. *J. Biogeography* 5:377-402.
- Wangler, M.J. y R.A. Minnich. (in press). Fire and succession in pinyon-juniper woodlands of the San Bernardino Mountains, California. *Madroño* 43:493-514.
- Wiggins, I.L. 1944. Notes on the plants of northern Baja California. *Contributions to the Dudley Herbarium* 3:289-305.



Una bahía en la punta norte de la Isla de Cedros. Fotografías del autor.

LAS ISLAS DEL PACÍFICO, JOYAS DE BAJA CALIFORNIA

Thomas A. Oberbauer

ALGUNAS DE LAS ÁREAS florísticas más fascinantes de California son las montañas aisladas, los bosques costeros de pino de cono cerrado y las islas. Dos localidades sobre la costa de Baja California central poseen todas estas características: las Islas de Cedros y Guadalupe. Estas dos islas son similares en muchos aspectos. Son casi del mismo tamaño: la Isla de Guadalupe tiene una longitud de 35 km con una área total de 250 km², mientras que la Isla de Cedros tiene una longitud de 32 km y su área total es de 340 km². Ambas tienen cimas montañosas de cerca de 1200 m de altura y, debido a los patrones regionales de viento, ambas reciben bastante humedad de la neblina sobre sus laderas, las cuales de otra manera serían secas. Estas islas tienen otra similitud: ambas son parte de la Provincia Florística Californiana. Ambas están al sur de la región florística en el continente; sin embargo,

comparten algunas especies con las Islas Santa Bárbara, California, la parte continental de California y el norte de Baja California.

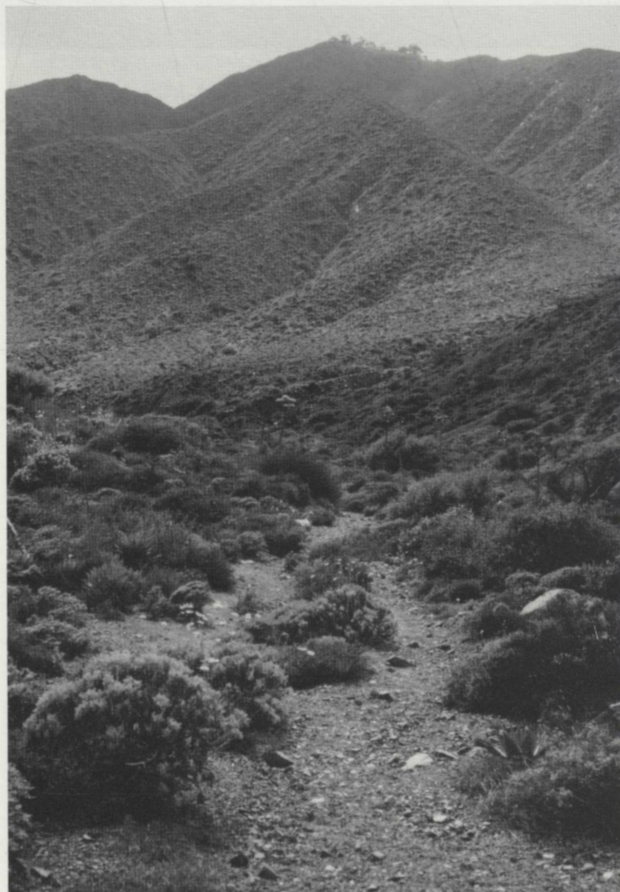
La Isla de Cedros es claramente una isla desértica; las partes bajas de sus laderas reciben solamente unos 60 mm de lluvia al año, y la vegetación es un matorral abierto de cactáceas, agaves y arbustos bajos, pero las cimas tienen matorral costero, chaparral y un pintoresco bosque de pinos. El bosque de pinos crece en la punta norte de la isla, precisamente donde predominan las neblinas de primavera y verano. La vegetación de Cedros, aún en la zona seca del sur, es sorprendentemente diversa. Los cañones desérticos contienen arbustos de apariencia rara, tales como el gran girasol de hojas plateadas (*Viguiera lanata*) y el torote (*Pachycormus discolor*), así como una variedad de otros arbustos menos vistosos, incluyendo el huizapol (*Ambro-*

sia chenopodifolia) y la salvia de Cedros (*Salvia cedroensis*) con sus pequeñas y delicadas flores.

La Isla de Guadalupe también presenta una vegetación seca y escasa en las partes bajas de sus laderas. Recibe una media de 125 mm de lluvia por año. En las partes altas de las laderas, hacia la punta norte de la isla, también existe un bosque de pinos, además de arbolados de ciprés y palma. Desafortunadamente, la vegetación de Isla Guadalupe ha sido depredada por las cabras ferales, y en muchos lugares el suelo ha sido denudado, por lo que es difícil saber cual fue la vegetación original. En otros lugares, particularmente en la punta norte y en los lugares altos donde las cabras se han concentrado, las especies introducidas se han distribuido extensamente. Grandes comunidades de tabaquillo (*Nicotiana glauca*), una especie arborescente de Sudamérica, y zacatales de avena y cebada silvestre (*Avena fatua*, *Hordeum leporinum*) cubren grandes áreas. Por otro lado, la Isla de Cedros parece no haber sido afectada por el pastoreo. En esa isla la vegetación parece estar adaptada al ramoneo de unos pocos venados bura endémicos.

Hay otras diferencias significativas entre las dos islas. Cedros es una mezcla geológica de rocas, incluyendo formaciones sedimentarias, esquistos arcillosos, rocas volcánicas y graníticas, e inclusive algunas serpentinas. Por lo

La vegetación en los cañones de la Isla de Cedros es más abundante que en las laderas secas y expuestas que reciben solamente algunos 60 mm de lluvia al año.



tanto, es una parte de la zona fronteriza continental que indudablemente estaba conectada a la península en el pasado geológico y se ha aislado a través del tiempo. En la actualidad está solamente a 22 km de la península y está aislada por aguas someras. En contraste, la Isla de Guadalupe está compuesta solamente de rocas volcánicas y se encuentra lejos de la orilla del continente y está rodeada por aguas de 3700 m de profundidad. Se encuentra a 240 km de la península y jamás estuvo conectada a ella, existiendo como una verdadera isla oceánica.

Ambas islas tienen paisajes impresionantes, con altos peñascos, fuertes pendientes y profundos cañones. Bajo condiciones prístinas, la isla de Guadalupe ha de haber sido fantástica, pero ahora permanece como una memoria del poder destructivo de las cabras ferales. La isla de Cedros tiene algunas partes fuertemente alteradas, pero aún sustenta una buena cantidad de especies y un conjunto único de comunidades.

Especies Endémicas y Discontinuas

Ambas islas son ricas en formas endémicas de plantas, y algunas de las más notables son los pinos. Ambas tienen pinos de dos agujas que, dependiendo de las opiniones taxonómicas, son variedades de *Pinus muricata*, *P. remorata*, o *P. radiata* var. *binata* en Guadalupe o *P. radiata* var. *cedroensis* en Cedros. Estos pinos están relacionadas con los pinos de la parte norte de las Islas Santa Bárbara, en California central, y los de una localidad en el norte de Baja California. Los pinos en la Isla de Cedros crecen en tres poblaciones que se encuentran en notable contraste con la vegetación desértica que las rodea: una población aislada en la parte media y dos poblaciones separadas por una depresión entre dos cerros en la punta norte de la isla. Estos bosques parecen vigorosos y están en buena salud en una atmósfera con alta humedad relativa aún cuando libre de niebla y nubes.

El bosque de pinos en la Isla de Guadalupe se está muriendo. Está compuesto de árboles grandes y viejos, dispersos principalmente sobre peñascos, mezclados con troncos en descomposición y árboles muertos en pie. El bosque de esta isla evidentemente era más desarrollado, pero la depredación de las cabras ha eliminado la producción de retoños de los pinos, de la palma endémica *Brahea edulis* y del ciprés endémico *Cupressus guadalupensis*.

En la Isla de Cedros existen quince especies y variedades de plantas que aparentemente son endémicas aunque se encuentran a corta distancia de la península. Su naturaleza montañosa explica la presencia de algunas para las cuales no hay hábitats similares en la península. Sin embargo, algunas especies endémicas de esa isla crecen en hábitats de baja elevación. Se pudiera esperar que éstas debieran estar también en las partes adyacentes de la península, pero no se han descubierto ahí. Entre las más interesantes

están la fucsia silvestre (*Xylonagra arborea* var. *arborea*), un flox espinoso (*Leptodactylon veatchii*) y el arbusto poligonáceo *Harfordia fruticosa*, con vainas en forma de linterna, así como algunas dudleyas endémicas, especialmente la recientemente descrita *Dudleya pachyphyta*, con hojas truncadas.

La Isla de Guadalupe alberga el número más grande de especies endémicas (35 taxa) en cualquier isla de California o Baja California. Se piensa que varias se han extinguido en la actualidad, incluyendo un árbol en la familia de los olivos (*Hesperalea*) y dos mentas, *Pogogyne tenuiflora* y *Satureja palméri*. Varias otras especies se han encontrado solamente dentro del cráter de un islote cerca de la punta sur de Guadalupe. Probablemente existían más especies endémicas en esta isla, pero se han extinguido debido a la introducción de las cabras.

Muchas de las especies endémicas de Guadalupe son vistosas y pudieran ser plantas de ornato en jardines libres de heladas. Entre ellas tenemos *Talinum guadalupense*, una especie con flores de color rosa y hojas suculentas, *Perityle incana*, arbusto de flores amarilla, y la amarilidácea de flores amarillas *Triteleia guadalupensis*. La palma endémica, *Brahea edulis*, actualmente se encuentra en algunos jardines especializados.

Ambas islas comparten un buen número de especies con las Islas Santa Bárbara de California y con la parte continental de California. Por ejemplo, se encuentra *Coreopsis gigantea*, en común con las Islas de Santa Bárbara y la costa del Condado de Santa Bárbara; *Camissonia guadalupensis*, compartida con la Isla de San Clemente (aunque de variedad diferente); la malvácea *Lavatera occidentalis* en común con las Islas Coronado, cerca de la Playa de Rosarito, y la amapola, *Eschscholzia ramosa*, compartida con Cedros y con todas las Islas Santa Bárbara.

Algunas plantas que se encuentran en Isla Cedros, tales como la manzanita misionera (*Xylococcus bicolor*), *Garrya veatchii* y el chamizo (*Adenostoma fasciculatum*) también se encuentran muchos kilómetros al norte en la península. El chamizo y la manzanita misionera también se encuentran en las Islas Santa Bárbara de California.

La Isla de Guadalupe alberga, o albergaba, unas pocas plantas con distribuciones inusuales, incluyendo especies discontinuas de la parte continental de California central, varios cientos de kilómetros al norte. Entre estas especies están un helecho (*Polypodium scouleri*), la milenrama lanosa (*Eriophyllum lanatum* var. *grandiflorum*) y un grosellero de flores rojas (*Ribes sanguineum*).

Es postulable que estas especies existían en el continente al sur de sus distribuciones modernas y más cerca de la Isla de Guadalupe en tiempos geológicos pasados. Sin embargo, aún si estaban en la parte continental adyacente, hubieran tenido que dispersarse a través de 250 km de océano para llegar a la isla. Las especies discontinuas, al parecer, son capaces de subsistir tanto en Cedros como en Guadalupe debido a la humedad suplementaria que reciben de la niebla y el ambiente marino fresco. La diversidad

topográfica de las islas también es un factor importante, ya que el goteo debido a la niebla no sería tan prevalente en islas con elevaciones menores.

Laboratorios Naturales

Las Islas de Guadalupe y de Cedros son indicadores claves de las condiciones climáticas del pasado, así como de los mecanismos de dispersión de las plantas. Su flora y sus comunidades vegetales generan varias preguntas: ¿Cómo llegaron los pinos y otras especies discontinuas a estas islas? ¿Y que pasó con las endémicas? Las respuestas a tales preguntas se están refinando continuamente. Hubo tiempos en el pasado, en condiciones más favorables, cuando los pinos similares a los de las Islas Cedros y Guadalupe existieron mucho más al sur de su actual distribución. Pueden entonces haberse dispersado por tierra en el caso de la Isla Cedros y sobre el mar en el caso de la Isla de Guadalupe, estableciéndose en las elevaciones bajas cuando había más precipitación. Las poblaciones aisladas en las zonas de goteo por niebla son remanentes de las antiguas poblaciones que se alejaron del nivel del mar en la medida que el clima se fue secando.

Una dispersión similar puede haberse llevado a cabo desde el norte para otras plantas con distribuciones discontinuas. Las especies endémicas pueden haber o evolucionado en las islas o haberse dispersado a ellas desde el continente y haber persistido después que las poblaciones continentales se extinguieron. Podemos pensar que las especies recientemente evolucionadas están estrechamente relacionadas con las especies continentales, como en el caso de *Cryptantha foliosa* y los lupinos de Guadalupe, mientras que las especies más antiguas que persistieron en las islas pero se extinguieron en el continente pueden no tener relación con las actuales especies continentales. Un ejemplo del último caso pudieran ser *Hesperalea*, *Galvesia speciosa* y *Crossosoma*, actualmente extinguidas en la Isla de Guadalupe. *Crossosoma*, la cual se pensó por mucho tiempo que era una endémica insular, fue descubierta recientemente en las Montañas de Santa Mónica. Su distribución es similar al palofierro de Catalina (*Lyonothamnus* spp.) de las Islas Santa Bárbara, que se ha encontrado en fósiles continentales y debe haberse distribuido más extensamente en el continente en algún tiempo.

Ambas islas están fuertemente ligadas a la Alta California y las Islas Santa Bárbara. Tienen una gran riqueza en hábitats naturales que generan algunas preguntas botánicas y dan respuesta a otras. Una gran parte del valor botánico de estas islas será eliminado si las cabras no son removidas de la Isla de Guadalupe y no se hacen esfuerzos continuos para evitar la introducción de mamíferos herbívoros a la Isla de Cedros. Valdría la pena educar a la gente en ambos lados de la frontera internacional sobre la importancia y sensibilidad de estas joyas de islas.



En 1965, un año de pocas cabras, *Calystegia macrostegia* ssp. *macrostegia* se encontró en el lecho del Arroyo Melpómene cerca del extremo sur de Isla Guadalupe. Fotografías del autor.

LA ISLA DE GUADALUPE Y SU FLORA

Reid Moran

LA ISLA DE GUADALUPE, el sitio más occidental de México, es un paraíso natural degradado por las cabras, los gatos y los ratones. Esta elevada isla oceánica, a 264 km de la península de Baja California, es hermosa e intrigante, con riscos volcánicos coloridos pero traicioneros, pintorescos pinos y palmas sobre el fondo azul del Pacífico y hordas de ruidosos elefantes marinos que inundan las playas en la primavera. Es un museo con sus plantas y animales propios, y es mi isla favorita. Vista de muy cerquita, la isla con frecuencia parecía un montón de rocas tan inaccesible caliente, feo y lleno de hierbas, que yo me preguntaba, al menos momentáneamente, como alguien en su sano juicio estaría dispuesto a escalar ese sitio. Realmente, después de sudar para subir los 1,300 metros de pendientes rocosas para llegar a la cima, yo

estaba seguro de que debía ser la isla más grande de su tamaño en el mundo, o quizá en cualquier otro lugar. Pero mi recuerdo principal no es así. La belleza salvaje de la isla (cuando había tiempo para mirar por debajo de las rocas sueltas sobre las que pisaba), su aislamiento y soledad, especialmente cuando la vi por primera vez hace cincuenta años, la fascinación de las plantas raras y únicas, el reto físico de alcanzarlas, la emoción de encontrar especies nunca antes vistas, todo ello combinado con esa indefinible capacidad de seducción de las islas, me hacen sentir que no hay un lugar como ese—y verdaderamente no lo hay.

La isla tiene 35 km de largo y hasta 10 km de ancho. Su tercio norte es alto, con la cima apenas mayor que el resto, con riscos marinos de 900 metros de altura en el lado noroeste, donde la fuerza entera del Pacífico embravecido

azota su base. Hacia el sur, la superficie desciende gradualmente, con excepción de un pico agudo abajo de la parte media, con varios cuellos volcánicos y cráteres pequeños hacia la punta sur. Dos de estos forman islotes cerca de la costa. La isla es el cuarto superior de un pico volcánico de 4,900 metros formado por una erupción de lava surgida de las profundidades del piso oceánico, muy independiente del continente y nunca conectado a éste—una montaña marina sobre una cordillera fósil, originada hace siete millones de años. Guadalupe es así una verdadera isla oceánica, en contraste con las islas continentales, las cuales, aunque también están en el océano, normalmente surgen de aguas más someras cerca de los continentes, geológicamente relacionadas con éstos, y a menudo con alguna parte unida a ellos por encima del agua.

Si Guadalupe nunca ha sido parte del continente, entonces sus plantas deben ser descendientes de algunas que por azar cruzaron el mar para llegar a la isla, donde las semillas o los propágulos fueron arrastrados por el agua o el aire, acarreados por los pájaros o, más recientemente, traídas por el hombre. Algunas semillas pudieron venir fácil y repetidamente, de manera tal que no hubo mucha oportunidad de que permanecieran aisladas de las poblaciones continentales; sin embargo, para otras semillas su llegada es un evento improbable, y mucho más improbable que ocurra una segunda vez. Después de que una planta se establece en la isla, separada de otras de su tipo, tiende a tomar un camino evolutivo propio, adaptándose a su nueva casa y volviéndose gradualmente diferente. Con el tiempo puede volverse lo bastante diferente para considerarse una especie separada, peculiar a la isla; o incluso podría sobrevivir después de extinguirse en el continente. Es por esto que las islas oceánicas como Guadalupe con frecuencia albergan plantas que no se encuentran en ningún otro lugar del universo. Se dice que esas plantas son endémicas a la isla—lo cual es una manera cortés de decir que no existen en ninguna otra parte. Una de cada cinco plantas nativas de Guadalupe es endémica; y una de cada ocho es endémica insular. Esto quiere decir que también se encuentra en algunas otras islas, pero no en el continente. En contraste, las islas bajas, como los atolones, pueden ser arrasadas por una tormenta que elimine todas las plantas; y sin la continuidad temporal, los endemismos no tienen oportunidad de surgir. Tales islas habitualmente tienen una cobertura monótona de algunos tipos de plantas de amplia distribución que circundan toda la región debido a sus semillas flotantes.

El primer naturalista que trabajó en la isla Guadalupe fue el Dr. Edward Palmer, quien exploró el oeste de E.U. y el norte de México, colectando especímenes de historia natural para la venta. Llegó a Guadalupe a principios de febrero de 1875, y cuando su barco regresó por él en mayo, había colectado más que suficiente. Para entonces, la mayoría de los insumos se habían agotado, y él estaba enfermo y débil de comer solamente carne de chiva; no había perdido completamente la esperanza de que el barco regre-

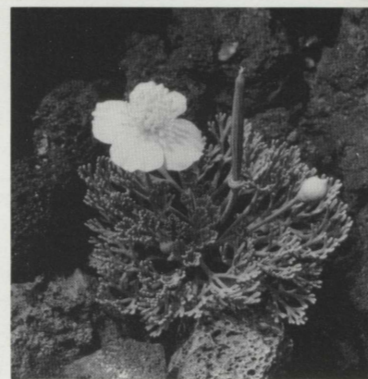


Los arbustos permanecen en la parte norte de la isla sólo cuando están fuera del alcance de las cabras hambrientas. Esta hermosa endémica de flores amarillas, *Perytyle incana* (arriba), es una habitante natural de los riscos, por lo que tiene el futuro asegurado. *Hemizonia palmeri* (centro derecha) es una endémica del extremo sur de la isla. La amapola endémica de Guadalupe, *Eschscholzia palmeri* (abajo derecha), florece en el primer año y luego se convierte en un arbusto con tallos de cerca de cinco centímetros de diámetro.



sara, ya que su asistente era hijo del propietario del barco. Palmer encontró que la isla era un paraíso para realizar colectas, ya que halló 27 plantas y ocho pájaros nunca antes vistos por los naturalistas—y algunos nunca vistos desde entonces. La mayoría, aunque no todos, resultaron ser endémicos.

Las cabras llegaron a la isla un triste día mucho antes de que llegara Palmer, dejadas por algún barco pesquero o ballenero para que se multiplicaran y fuesen una fuente de carne para visitas posteriores. Efectivamente, las cabras se multiplicaron a expensas de las plantas—



como es la trágica historia de muchas islas oceánicas. En islas sin herbívoros nativos similares a las cabras, las plantas no tienen defensas contra ellos, y son altamente vulnerables cuando éstos arriban. Aún cuando en la época de Palmer las cabras habían causado serios estragos en la vegetación, eso no era nada comparado con lo que han hecho desde entonces, denudando de arbustos las tierras altas y las partes del norte de la isla. Las colinas que en tiempos de Palmer todavía estaba cubiertas por breñales fueron reducidas en los siguientes quince años a pastura de cabras, con una mayoría de plantas anuales, siendo algunas nativas pero la mayor parte europeas. Lo que las chivas

hicieron con las plantas, los gatos lo hicieron con los pájaros endémicos y los ratones con los notables caracoles endémicos.

¿Qué Plantas Son Nativas?

Muchas de las plantas guadalupenses no son endémicas, desde luego. Algunas son hierbas europeas de arribos claramente tardíos, de las cuales algunas todavía siguen llegando, desplazando a las nativas. Otras plantas las llamamos nativas porque son como las otras plantas del oeste americano que llamamos nativas. Pero que queremos decir por nativa de una isla oceánica volcánica? En el comienzo, desde luego, la isla era un montón de rocas volcánicas hirvientes, desnuda y sin plantas. Todas las plantas que crecieron deben ser descendientes de inmigrantes. Entonces, que tan pronto debió uno llegar, y por que medios, para calificar ahora como un nativo? Aparentemente la mayoría de las nativas son aquellas que se instalaron y se hicieron endémicas, o quizá sobrevivieron allí y se extinguieron en el resto del mundo. Entonces, parece ser que las nativas llegaron hace mucho tiempo sin la ayuda humana.

De aquellas plantas guadalupenses que consideramos claramente nativas del oeste de Norteamérica, tendemos a pensar que también son nativas de la isla. ¿Pero, todas ellas lo son, aún bajo esta vaga definición? De hecho, los botánicos discrepan acerca de llamar a algunas de ellas nativas o introducidas. Podemos esperar que aquellas plantas del oeste americano a las que llamamos nativas en Guadalupe lo han llegado a ser a través de los milenios por varios medios improbables. Aunque es poco factible que una planta haga su primer arribo natural dentro de un

Eriogonum zapatoense es un arbusto que se encuentra solamente en el Islote Exterior (Islote Zapato) y está relacionado con los arbustos endémicos de Isla de Cedros y las Islas del Canal.



marco temporal muy pequeño, es concebible que alguna pueda llegar en cualquier momento, por ejemplo en esta semana, y una vez establecida parecerá nativa automáticamente puesto que nadie sospecha que acaba de llegar. Desde luego una recién llegada puede tener un inicio lento y permanecer como rara y local durante varios años sin ser incluida en ninguna colecta, de modo tal que su arribo no aparezca en las noticias de la tarde. ¿Y que podemos decir de las llegadas no naturales, de las introducciones con la ayuda humana? Las hierbas tienen el poder mágico de viajar de raite a los lugares más insospechados. Aún cuando los cazadores de focas y de cabras de los primeros años seguramente trajeron hierbas, no podemos saber qué es lo que trajeron. Pero lo que es más significativo es que las 1460 cabras de angora que vinieron de California en 1873 y 1874 muy probablemente acarrearon semillas de plantas del oeste americano.

Así, podemos muy bien preguntarnos cuáles plantas del oeste americano que se encuentran en la isla son nativas. Algunas que no fueron encontradas por los primeros botánicos indudablemente fueron ignoradas debido a que eran raras o muy locales en algunos sitios de la isla. Pero algunas que no fueron encontradas entonces crecen ahora donde los primeros botánicos acamparon y colectaron. ¿Es posible que se trate de plantas establecidas desde hace mucho (nativas) que hayan ocupado nuevas áreas en la isla debido a los cambios drásticos promovidos por las chivas o por alguna otra razón desconocida? ¿Podría tratarse de algunas anuales que aparecen sólo esporádicamente y por lo tanto hayan evadido la posibilidad de que los botánicos las descubrieran en sus propios sitios de crecimiento? ¿O se trata quizá de recién llegadas?

E.L. Greene encontró 9 plantas occidentales en 1885 que Palmer no había reportado 10 años antes, cuatro de ellas cerca de los manantiales donde Palmer acampó durante 15 semanas. Greene no hizo ninguna reflexión acerca de la mayoría de estos casos, pero se quedó muy sorprendido de que Palmer haya dejado de reportar la muy conspicua *Dichelostemma pulchellum*, que Greene reportó como extremadamente común alrededor de los manantiales y en las laderas inferiores. ¿Pudo haber sido posible que todas estas plantas hayan dejado de florear cuando Palmer estuvo allí? Quizás no florearón ese año porque todavía no llegaban a la isla, o porque no estaban bien establecidas. Las numerosas plantas brindan apoyo a esta idea.

De todas formas, el estatus de nativas de una docena de una o más plantas es dudoso y debatible. Varias de ellas son probablemente introducidas. ¿Cuáles son? Tomándolas como un grupo, hay muchas posibilidades de que por lo menos algunas sean recién llegadas; pero tomándolas individualmente y sin evidencia ulterior, la probabilidad para cualquiera de ellas es muy baja. Teniendo que empezar en algún lugar y buscando bases sólidas, asumo que pocas plantas del oeste americano fueron introducidas antes del gran acarreo de cabras de 1873-1874. Considero entonces que las plantas del oeste americano colectadas por Palmer



En el desértico extremo sur, donde hay pocas cabras, las perennes crecen en áreas accesibles, como este ejemplar de *Lomatium insulare*, que en la parte norte sólo prospera en los riscos inalcanzables. Se encuentra únicamente en Guadalupe y en dos islas del Sur de California.

en 1875 son nativas, o que llegaron sin ayuda—aunque algunas de ellas podrían no serlo. ¿Pero qué podemos decir de las primeras encontradas por Greene y otros botánicos posteriores? Si ellas llegaron de algunos lugares de la Isla donde algunos botánicos colectaron sin encontrarlas, entonces entre más reciente la fecha y más botánicos que no las encontraron mayor la posibilidad de que sean recién llegadas. Seguramente algunas de ellas deben ser introducidas, y yo pienso que probablemente la mayoría; pero aún así, muchas pueden ser nativas. Es por eso que yo las separo en la categoría de probable o posiblemente introducidas. Esta es una solución satisfactoria para un molesto problema, o una evasión de él.

Flora y Fauna

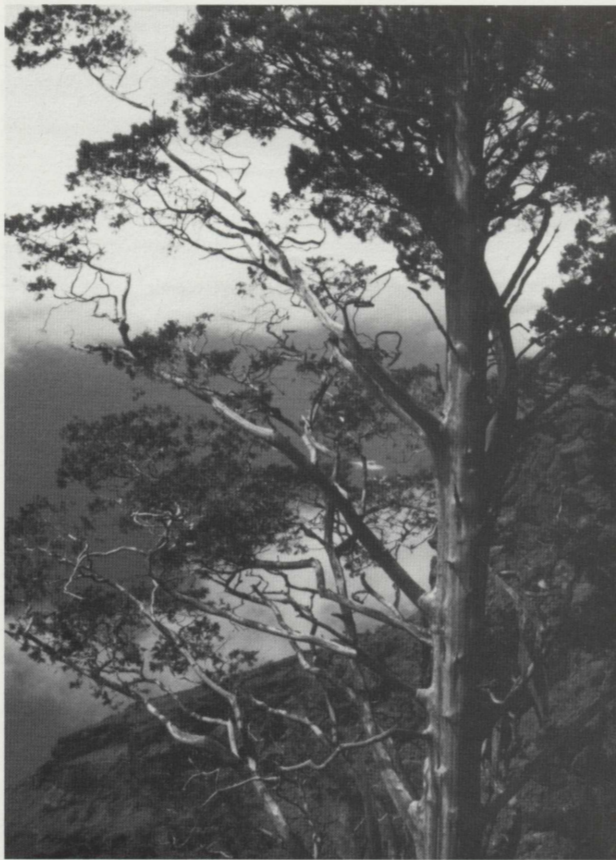
En general, en la Isla de Guadalupe han sido encontradas alrededor de 216 especies de helechos y plantas de semilla, pero no todas al mismo tiempo. En la isla se han extinguido 30 o más especies, pero entretanto, como para llenar el vacío, nuevas hierbas continúan arribando, hasta llegar a un total de 45. Quince plantas del oeste americano no encontradas por los primeros botánicos son probablemente introducidas. De esta manera alrededor de 156 permanecen enlistadas como nativas, 34 de ellas como endémicas de la isla Guadalupe, incluyendo los géneros endémicos *Baeriopsis* y la ahora extinta *Hesperelaea*.

De éstas, 114 especies de flora nativa (73%) aparecen también en la Alta California y sólo ocho (5%) en Baja



El orgullo de Isla Guadalupe, el endémico *Cistanthe guadalupensis*, un hermoso arbusto suculento que se encuentra raramente en los riscos de la Isla, es común en los islotes sin cabras, como aquí en el Islote Negro.

California, pero no hacia el norte. En particular, 101 (65%) crecen en las islas de California, y 20 de éstas (casi 13 %) son endémicas insulares. De las endémicas de Guadalupe, seis tienen parientes cercanos en otras islas. Así, las relaciones de la flora de Guadalupe son principalmente hacia el norte, con las islas del sur de California: por tanto, la isla Guadalupe puede ser llamada un suburbio sureño de la



El ciprés de Guadalupe, *Cupressus guadalupensis* ssp. *guadalupensis*, llega a medir más de 20 metros de altura, con un tronco de hasta 1.80 m de diámetro.

Provincia Florística Californiana. Es notable la ausencia de *Agave shawii* ssp. *goldmaniana*, una planta grande y conspicua, difícil de que pase inadvertida en 97 días de colecta en esta isla desnuda y más improbable de que no haya sido descubierta durante siglo y medio por varias generaciones de cabras voraces (alrededor de 25,000 a un tiempo). (Ver *Fremontia* 25(1):33 y *Taxon* 45:727.)

Para el tamaño de la Isla Guadalupe, las 156 especies de plantas nativas parece pocas. En comparación, la Isla Santa Cruz, al norte de Santa Bárbara, que es un poco menor y no tan alta, tiene 650 especies vegetales. Lo reducido de la flora de Guadalupe puede deberse en parte a su clima seco y, por otro lado, debido a que está retirada del continente, haciendo difícil que la inmigración pueda igualar la tasa de extinción, como por ejemplo la causada por las cabras hambrientas.

Debido a su capacidad de permanecer volando en una tormenta, los pájaros terrestres tienen mucho mayores posibilidades que la mayoría de los animales terrestres de llegar a una isla como Guadalupe. Muchos pájaros perdidos en una tormenta encuentran refugio como vagabundos y algunos permanecen lo suficiente para que sus descendientes se aisen y eventualmente lleguen a ser diferentes. De la misma manera el petrel de Guadalupe, ave marina, ahora considerado extinto, aparentemente no anidaba en ningún otro lugar y entonces, de alguna forma, puede ser llamado endémico—un endémico errante. Los mamíferos,

reptiles y anfibios terrestres, tienen menor probabilidad de cruzar el agua; a pesar de que algunos han alcanzado islas remotas, ninguno de ellos ha sido encontrado como nativo de Guadalupe. Sorprendentemente, algunos peces y otras criaturas marinas parecen ser endémicas de las aguas alrededor de la isla. Sin embargo, aunque no son endémicos, tanto el poderoso elefante marino como el lobo fino de Guadalupe están asociados con Guadalupe, debido a que esta isla remota fue el refugio donde escaparon de los desalmados cazadores, a principios del siglo pasado; y después, bajo protección del gobierno mexicano, se pudieron recobrar y multiplicarse de nuevo.

Vegetación

En la parte norte de la isla, los interesantes arbustos nativos han sido confinados a los riscos, fuera del alcance de las cabras y algunas veces también de los botánicos. Algunos de ellos, tal como el atractivo endémico *Perytyle incana*, que es abundante y se reproduce bien, son habitantes típicos de los riscos, y tienen asegurado el futuro. Aquellos que eran raros en los riscos, ahora son más raros: el lentisco (*Malosma laurina*), por ejemplo, tiene sólo 3 o 4 especímenes sobrevivientes, todos ellos muy viejos, que pueden ser anteriores al arribo de las cabras. Deben haber habido muchas plantas en las bajadas, produciendo millones de semillas, multiplicando la probabilidad de encontrar un inicio en un lugar menos favorable, como un risco. Ahora sólo permanecen algunas, produciendo mucho menos semillas, y la posibilidad de establecerse en ese lugar es mucho menor. De esta manera, es posible que el número de arbustos esté disminuyendo lentamente hasta que la especie desaparezca de la isla, y a juzgar por los registros, ha ido disminuyendo.

El clima varía mucho de una a otra parte de la isla. El extremo sur, con una exposición meridional, es comparativamente caliente y seco y las plantas son desérticas. Sin embargo, la niebla es frecuente y aquí, como en cualquier otro lugar, el paisaje tiene un color amarillento debido a los líquenes en las rocas. La precipitación en el lado sur es de 125 mm al año. Alguna vez yo le pregunté a alguien en la estación meteorológica cuánta lluvia caía, y me dijo: "muy poco, señor". Dijo que él había estado durante un año, pero que no había visto ninguna lluvia todavía.

En la parte sur, en contraste con las partes norteñas de la isla, en vez de estar confinadas a los riscos, las plantas perennes crecen normalmente en las pendientes suaves, de fácil acceso. Las cabras no van al sur en grandes números, quizás especialmente porque ahora hay un pueblo, donde ellas podrían terminar en el cazo. Estoy seguro que van muy pocas, al menos en épocas secas, alejándose de su fuente permanente de agua fresca.

Las cabras prefieren las partes altas del norte, como si prefiriesen morir de hambre que morir de sed. De esta

manera las plantas, no sólo las herbáceas perennes, sino también los arbustos; tienen más oportunidad en el extremo sur. Quizás sólo los menos palatables sobrevivan allí, a veces en cantidad suficiente para colorear el paisaje, mientras que en el extremo norte son raras y habitan sólo en los riscos.

Árboles

La parte norte de la isla, a pesar de que no tiene registros climáticos, recibe una precipitación considerable en el invierno, como lo puedo afirmar por experiencia propia—de varias aventuras muy húmedas. Las tormentas pueden traer lluvia a los riscos, y los arroyos principales, que usualmente están secos, alcanzan por momentos profundidades de metro y medio. La vertiente noroeste de la isla, con más lluvia y menos luz solar directa, es comparativamente húmeda y tiene una vegetación diferente, que incluye pinos, encinos y palmas. Los árboles general-

mente crecen en el tercio norte de la isla. Las nubes a menudo se posan en la parte norte, traídas por los vientos dominantes del noroeste. La humedad de las nubes o la niebla (dependiendo del punto de vista), se condensa en las agujas de los pinos y cae al suelo en grandes gotas como si fuese lluvia, humedeciendo el suelo bajo los pinos lo suficiente para que éstos se establezcan allí. Si no fuera por que las agujas condensan la humedad y mojan el piso, aportando la humedad suplementaria que necesitan, posiblemente los pinos no existirían en ese lugar. Cuando las nubes se acumulan sobre la región norte y se mueven sobre la cordillera del noreste, a menudo se disipan sobre el lado sur más seco y caliente. Los pinos crecen en la ladera noroeste, y llegan hasta la cima de la cordillera, pero no más allá.

Existen árboles viejos y árboles muertos pero no árboles jóvenes, debido a la devastación causada por las cabras, por lo que el futuro de los pinos es incierto a menos de que haya una intervención divina o por lo menos humana. Los pinos locales son una forma del pino Monterey (*Pinus*

Islote Negro, cerca de la costa suroeste, es un refugio libre de cabras para las plantas de la parte sur de la isla. Este islote es muy similar al extremo sur, pero algunas de las plantas que son raras en la isla son comunes aquí.





La palma de abanico endémica de la isla, *Brahea edulis*, un bello árbol conocido como planta cultivada, se desarrolla en la vertiente norte.

radiata), el cual crece sobre la costa de la California central, y hay una forma más en isla de Cedros. En California no lo consideramos como un árbol para madera, en parte debido a que hay muy pocos. En el hemisferio sur, con muchos árboles de madera dura y pocos de madera suave, se cultivan algunas de nuestras coníferas norteadas para madera. El pino Monterey es una especie favorita para este propósito debido a que prospera fácilmente en muchas áreas y crece rápidamente. De hecho, en la actualidad es la especie arbórea más cultivada en el mundo y su importancia va en aumento como una fuente de productos maderables; se le conoce en el cultivo como pino *radiata*. En Australia, Nueva Zelanda y África del Sur existen programas de mejoramiento genético para este árbol—para producir por ejemplo, crecimiento más rápido, árboles más rectos, mejor calidad de madera y mayor resistencia a las enfermedades. Debido a que los árboles varían de una población nativa a otra, los genetistas necesitan muestras de todas las poblaciones. Los árboles de Guadalupe, podrían por ejemplo, aportar genes para el crecimiento bajo condiciones áridas y calientes, o para sobrevivir en inviernos fríos (ya que crecen a mayores altitudes, al nivel de donde nieva ocasionalmente); o posiblemente genes para un mayor tamaño: los árboles de Guadalupe pueden superar los 30 metros de altura, con troncos de alrededor de más de 2.5 m de diámetro, mucho más grandes que cualquiera de los del continente. Como una coincidencia notable, en el término de una semana tuve dos solicitudes de semilla de pino de Guadalupe, una de Australia y otra de Nueva Zelanda. El neozelandés quería de 3 a 4 conos de cada árbol con un total de 50 árboles, para tener una buena muestra de la población. Esto equivale a un costal lleno, lo cual me daba una buena excusa para visitar la isla—que es todo lo único que necesitaba.

En la parte alta de la Isla, sobre la moderada vertiente occidental, existe una gran arboleda del ciprés endémico de Guadalupe (*Cupressus guadalupensis* subsp. *guadalupensis*), con algunos miles de árboles—muchos menos que en los tiempos de Palmer. Igualmente, hay árboles viejos y árboles muertos pero ninguno que tenga menos de un siglo, debido a las chivas; y aún muchos troncos viejos muestran daños muy severos causados por estos animales. Desde el lado oriente sólo se puede ver una línea de árboles sobre el horizonte, pero en los tiempos de Palmer había una arboleda pequeña abajo y al este de la cima principal. El cedro es un árbol grande de hasta 21 metros de altura, con un tronco de hasta 1.8 m de diámetro. Los árboles son variables: las coronas van desde estrechas a redondeadas y de densas a abiertas; el follaje de verde oscuro a glauco azulado; los troncos tienen una suave corteza rojiza que se desprende fácilmente aunque algunos tienen corteza persistente y áspera; los conos varían en forma y tamaño. La subespecie *forbesii* se encuentra en el continente, tanto en el sur de California como en el norte de Baja California.

Palmer vio una gran arboleda de huata californiana (*Juniperus californica*), “sobre toda la parte media de la isla”, al sur de los cipreses; pero 10 años más tarde E. L. Greene encontró un bosque fantasma a punto de extinguirse, solamente había 3 árboles vivos y éstos a punto de morir. Actualmente no queda uno solo al sur de los cipreses, y solamente unos cuantos árboles viejos han sobrevivido, aunque sujetos a un fuerte ataque, sobre la costa sureste donde hay menos cabras.

En las colinas que están encima de los altos riscos marinos en la punta norte hay dispersos algunos grandes pinos y encinos, así como algunas palmas chaparras—la palma de abanico endémica de Guadalupe (*Brahea edulis*), de la cual encontramos algunos cientos sobre la vertiente norte y un número menor sobre los cañones hacia el sur, cubriendo casi la longitud de la isla. El Dr. Francesco Franceschi, un notable horticultor italiano, que vivió 20 años en Santa Barbara, le llamaba “la más elegante palma de abanico de Norteamérica”. El sabía que en el continente no había de estas palmas, por lo que en el invierno de 1892 hizo un viaje especial a Guadalupe para ver las plantas y particularmente su palma favorita. Al igual que en otras especies, no se encontraron plantas jóvenes, pero independientemente de cual sea su futuro en la isla, estas palmas están bien establecidas y son muy apreciadas para cultivo en el sur de California.

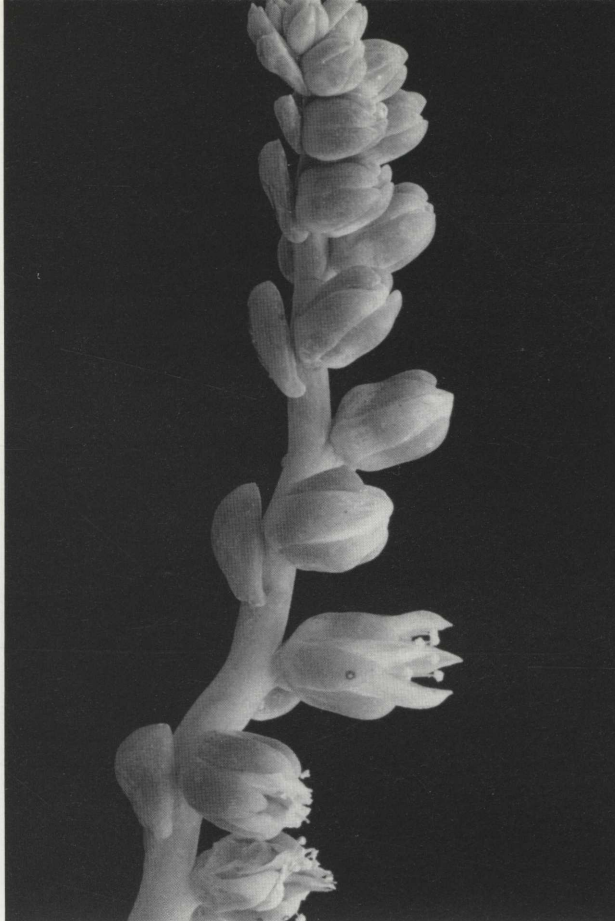
Visitantes Botánicos

En esta época de cruceros, casi cualquiera puede volverse un viajero mundial por un semana. La isla de Guadalupe, a 400 km al sur de San Diego, ya no parece tan remota. Pero apenas hace 50 años era casi desconocida para todo mundo, salvo para los naturalistas; y para los

naturalistas miedosos esa distancia era como si fuesen 10,000 km. En 1948, cuando George Lindsay y yo nos embarcamos en el *Marviento*, una embarcación de 10 metros, hacia las islas de la costa occidental de Baja California, para nosotros fue la gran aventura botánica, siendo Guadalupe y sus plantas la meta final y el pináculo. Para mí fue la primera de 22 visitas en un periodo de 40 años, algunas largas y otras cortas, con un total de 97 días en la isla.

Los primeros visitantes botánicos fueron pocos, y cada uno dejó una historia única y fragmentaria de cuándo fueron y qué encontraron. Edward Palmer fue el primero que hizo colecta en Guadalupe, pero quizás no fue el primer naturalista. János Xántus de Vesey, de acuerdo al biógrafo H. M. Madden, hizo "la primera exploración científica registrada de la Isla de Guadalupe". Xántus hizo colectas importantes de historia natural en California y Baja California, pero al mismo tiempo se convirtió en una especie de varón Munchausen para su natal Hungría, escribiendo cuentos extravagantes de hazañas imaginarias en el oeste americano, con textos e ilustraciones tomadas principalmente de los reportes que los exploradores militares hacían al gobierno de los Estados Unidos. Una carta de Xántus al secretario Spencer Baird de la Smithsonian Institution, cuenta que el 17 de marzo de 1859 estuvo en la isla de Guadalupe por varias horas; esto es, 16 años antes de la visita de Palmer. Podríamos esperar la descripción naturalista de la isla en aquellos días, pero lo que el escribió fue un recuento fantástico, diciendo por ejemplo, "que la isla estaba completamente cubierta de cactus gigantes de incontables géneros y especies", cuando en la actualidad no hay cactus grandes y solamente hay 2 tipos de cactus pequeños. Y en esta isla donde no hay mamíferos terrestres nativos, él reportó que había una liebre de color oscuro, posiblemente inspirado por la *Lepus insularis* negra de la Isla Espíritu Santo, al norte de La Paz, ya que el escribió su reporte en La Paz. Y puede valer la pena mencionar que Espíritu Santo también tiene muchos cactus grandes, aunque más bien hay pocos tipos y ciertamente no hay incontables géneros y especies. Así que el registro de esta primera exploración científica a Guadalupe deja mucho que desear.

La mayoría de los botánicos que hicieron colectas en Guadalupe eran naturalistas conocidos, pero hay un enigma. En el herbario de Berkeley encontré 28 especímenes de plantas de la isla, incluyendo plantas raras que no habían sido encontradas antes y algunas que no han sido encontradas desde entonces, todas del herbario de T. S. Brandegee, pero colectadas en 1898 por un tal Harry Drent. A menudo me he preguntado quien pudo haber sido él, pero la primera pista vino años después con un libro escrito por D. M. Stewart sobre sus recuerdos de la costa de San Diego, con un capítulo sobre una temporada de cacería de cabras en Guadalupe en 1899. Stewart habla de un "holandés Harry" Drent, de 37 años de edad, "inculto pero brillante", un marinero de aguas profundas que hizo al



La dudleya de Guadalupe, *Dudleya guadalupensis* (arriba), se encuentra solamente en el Islote Negro y en el Islote Exterior. La malva arbustiva, *Lavatera occidentalis* (abajo), es común en el Islote Exterior pero ya es rara en los riscos de la isla.

menos 5 viajes a Guadalupe. En dos años, y probablemente más, el trabajó varios meses cazando chivas para obtener las pieles. En 1898 trajo a San Diego 4 especímenes vivos del caracara endémico de Guadalupe (a punto de extinguirse en aquel momento y aparentemente todavía extinto), capturados "con un truco que aprendí en Sudáfrica".

¿Como este marinero-cazador de chivos llegó a coleccionar plantas, y más sorprendente, cómo, por brillante que fuera, pudo haber tenido tan buen ojo para las plantas raras? Cuando A. W. Anthony estuvo en Guadalupe por seis días en septiembre de 18986 con un grupo de naturalistas, difícilmente pudo no haber conocido a Trent y sus camaradas cazadores de chivos. Yo supongo que después de 5 meses de chivos, Drent debió haber estado contento de encontrarse con los naturalistas y que se habría interesado en su trabajo. Al siguiente año, 1897, Anthony regresó con otro grupo de naturalistas, que en esta ocasión incluía al botánico T. S. Brandegee, y Drent regresó como marinero de la goleta de Anthony. En 1898 regresó otra vez, quizá principalmente por las chivas pero también para coleccionar semillas de palma y, al parecer, a prensar plantas para Brandegee. Difícilmente pudo ser un accidente que él haya conseguido 15 plantas que Brandegee no coleccionó el año anterior: cuando Brandegee encontró pocas plantas floreciendo en marzo, debió haberle pedido a Drent obtener más plantas para él, y debió haberle mostrado qué plantas quería. Esta es la manera en que el holandés Harry se volvió coleccionador de plantas y demostró ser un alumno brillante.

Islotes No Tocados por las Cabras

Al sur de Guadalupe hay tres islotes sin cabras que conservan una fascinante muestra de la vegetación del extremo sur de la isla. El Islote Negro es muy pequeño y se encuentra en la costa suroeste; es infértil, con pocos habitantes y con sólo 27 especies de plantas, 4 de ellas hierbas. Desde luego no hay palmas o pinos, sino solamente las plantas desérticas del extremo sur. Pero es muy interesante ver esta pequeña muestra del aspecto que debió haber tenido la punta sur antes de las cabras. La suculenta endémica *Baeriopsis* es abundante en el islote aunque rara en la isla, donde es un bocadillo apetecible para las cabras. Un curioso arbusto suculento que antes se llamaba *talium* y ahora es *Cistanthe guadalupensis* es para mí el orgullo de Guadalupe, con rosetas de hojas suculentas, con gruesos tallos desnudos y nudosos en el verano, y con encantadoras flores efímeras rosadas en la primavera. Esta planta es rara en la isla y se encuentra en los riscos marinos inalcanzables, pero en el islote es abundante, y hay muchas plantas. También hay otra suculenta, *Dudleya guadalupensis*, que no existe en la isla.

Al sur de la isla hay dos islotes más grandes, atractivos por la misma razón. El Islote Interior tiene una vista impresionante, con riscos inescalables, muy verdes en la parte superior e inidentificables desde abajo. El Islote Exterior es un cráter rodeado de mar con abruptos riscos de hasta 200 metros; pero el margen es muy profundo en la parte norte, donde con buen clima un botánico puede brincar una protuberancia y deslizarse hacia el cráter. Sobre el piso del cráter hay un matorral de *talium* y de

Lycium californicum. Desde el margen cortado del cráter, en la mayoría de los lados hay una caída abrupta hacia el mar, pero hacia el este hay un valle somero a manera de cráter secundario. Este islote es uno de mis sitios favoritos, un verdadero museo y jardín botánico, con las endémicas de Guadalupe y las endémicas insulares que son raras en la isla y con algunas plantas que nunca han estado en la isla.

Stephanomeria guadalupensis, una espectacular endémica de Guadalupe, es una planta perenne con hojas lanosas blancas y en el verano tiene tallos altos que sostienen inflorescencias de color rosa. También prospera sobre los riscos del norte de la isla. Pero en el Islote Exterior tiene una forma más impactante, más compacta y más densamente lanosa.

La malva arbustiva (*Lavatera occidentalis*) es una endémica de Guadalupe y de la South Coronado Island al sur de San Diego. Es común en el Islote Exterior pero rara en la isla, y se encuentra sólo sobre los riscos de la parte norte. Únicamente he visto 4 plantas de esta especie, una de ellas ya murió, y solo 2 plántulas en las pendientes inferiores en un feliz año de pocas cabras, pero que desaparecieron en mi siguiente viaje. Otro tipo de malva arbustiva (*L. lindsay*) es un arbusto endémico con flores púrpuras. Nunca se ha encontrado en la isla, probablemente erradicada por las cabras antes de que los botánicos la encontraran. Yo la he observado en las rocas costeras pero sólo la he alcanzado en el Islote Exterior. *Dudleya guadalupensis* crece únicamente en el Islote Negro y el Islote Exterior. *Eriogonum zapatoense* y *Erysimum moranii* solamente crecen en el Islote Exterior.

Nadie sabe realmente si esas plantas crecieron alguna vez en la isla, y quizá estuvieron allí hasta que las cabras las erradicaron. Esto seguramente es cierto para el caso de *Coreopsis gigantea*: el Dr. Palmer la encontró en las rocas más altas de la isla en 1875, pero solamente vio dos plantas y nadie la ha vuelto a ver desde entonces. Sin embargo, todavía pende de los riscos del Islote Interior, y es común en el cráter del Islote Exterior.

De todas formas, cinco de las plantas del Islote Exterior nunca se han visto en la isla. Estas cinco constituyen un impresionante 14% de la pequeña flora nativa (35 especies) del islote Exterior. Esto es solamente una idea de cuántas plantas de Guadalupe deben haber sido arrasadas por las cabras antes de que pudieran ser encontradas y registradas por los botánicos.

El Compromiso de la Isla Guadalupe

Las cabras están destruyendo la belleza de la Isla Guadalupe, erradicando las plantas nativas—muchas de ellas han desaparecido y otras están a punto de desaparecer. El sobrepastoreo masivo hace que el suelo se caliente y se seque y se pierda por erosión hídrica. Debido a que la niebla que escurre de las coníferas contribuye signifi-



En la parte superior de la vertiente occidental hay una población grande del ciprés endémico de Guadalupe, *Cupressus guadalupensis* ssp. *guadalupensis*. Todavía existen miles de árboles, pero muchos menos que antes, ya que ni una sola plántula escapa de las cabras, y muchos árboles mueren a causa del daño que éstas les ocasionan.

cativamente a la precipitación, la pérdida de árboles está secando los manantiales. De cualquier manera las cabras están degradando la isla y transformándola en una tierra baldía inadecuada aún para ellas.

Se puede tener alguna esperanza viendo la historia reciente de algunas islas en California, como San Clemente. A pesar de haber sido devastada durante siglo y medio, primero por cabras y después por ganado vacuno, borregos y cerdos, una vez que San Clemente estuvo libre de las plagas, las plantas comenzaron a retornar con fuerza. Sí, todavía hay esperanza para Guadalupe. Si las cabras pueden ser removidas podemos aún esperar que la declinación pueda ser revertida y que algunas plantas raras puedan ser rescatadas de la extinción. Pero el tiempo se está acabando: la fuente de semillas y el pool genético se están agotando rápidamente, y la isla se está volviendo más desértica y más difícil de restaurar. La remoción de las cabras es crucial, y debemos presionar al gobierno mexicano, o a alguien o cualquiera, a que tome esta tarea antes de que sea

demasiado tarde. ¿Pero quién, además de las cabras, se preocupa o tiene un plan?

La Isla de Guadalupe, con su flora única, es un tesoro natural mexicano con una urgente necesidad de protección.

[El autor admite que la mayor parte de este artículo, incluyendo las fotos, fue desvergonzadamente plagiado de *The Flora of Guadalupe Island, Mexico, Memoir 19 of the California Academy of Sciences, San Francisco, 1996*, donde se puede encontrar más de lo mismo, además de muchas más referencias. —Editora]

Referencias

- Madden, H.M. 1949. Xántus, Hungarian naturalist in the pioneer West. Books of the West, Palo Alto, CA.
Stewart, D.M. 1965. Frontier port: a chapter in San Diego's history. Ward Ritchie Press, Los Angeles, CA.

Cartas a la Editora

Estimada Editora:

Leímos con gran interés los dos artículos de Minnich y Franco-Vizcaíno sobre la vegetación de Baja California (*Fremontia*, Julio de 1997). Se presenta mucha información útil e interesante, pero queremos exceptuar enérgicamente ciertos puntos sobre el régimen y los efectos de los incendios. Creemos que es importante presentar un punto de vista contrario, debido a que la opinión expresada por los autores puede promover en los administradores de áreas naturales de ambos lados de la frontera la creencia de que las fuerzas naturales impiden que el fuego tenga efectos serios, y que la supresión del fuego es la única amenaza a la integridad de los ecosistemas proclives a los incendios. Los estudios al norte de la frontera muestran otra cosa.

El modelo que siguen los autores presenta al combustible como el factor que determina el periodo de retorno del fuego. Ellos parecen creer que la cantidad de combustible y la proporción de madera muerta en él están fuertemente correlacionadas con la edad—esto es, el tiempo pasado desde el último incendio. Asumen que hay una diferencia notoria, relacionada con la edad, entre los parches que se queman y los que no. Ellos también creen que en un paisaje donde no ha habido supresión el fuego casi siempre se detendrá cuando alcance parches jóvenes, debido a la falta de combustible. Reuniendo estos elementos, da la impresión de que ellos creen que “la vegetación nunca se quemará antes de su tiempo”—sin que importe cuántos turistas dejen encendidas sus fogatas, cuantas podadoras golpeen rocas, o con cuanta frecuencia las líneas eléctricas se caigan.

Si esto fuera cierto, el manejo de los paisajes sería muy sencillo. Seguir esta prescripción significaría que debemos dejar correr todos los incendios, ya que cualquier área que se pueda quemar se quemará. Al prescribir quemas controladas, el hecho de que la vegetación pueda ser quemada sería suficiente evidencia de que debiera ser quemada. Habría muy poca necesidad de controlar las igniciones o extinguir los incendios. Desde esta perspectiva el problema es la cantidad de madera, no la cantidad de gente o la cantidad de incendios.

Todos los elementos principales de este modelo se contradicen con la teoría o la observación y hay buenas razones para creer que si dejáramos correr todos los incendios sin esfuerzos para controlar las igniciones habría efectos negativos en los ecosistemas regionales. Desde luego, no hay fuego sin combustible, pero por encima de los niveles más bajos de combustible en la vegetación más joven, la cantidad de combustible no es necesariamente el control primario de la dispersión del fuego. Como mostraron Ed Jonhson y sus colegas de la Universidad de Calgary, las condiciones meteorológicas, por su influencia sobre los vientos y el contenido de agua, tienen más importancia en la variabilidad de la conducta de los incendios que la cantidad de combustible. Paysen y Cohen han mostrado que en el Sur de California la edad es un mal predictor de la cantidad de combustible en el chaparral de chamizo. Finalmente, aunque los incendios a menudo se detienen en los parches jóvenes,

muchas veces no lo hacen. Cuando lo hacen, los límites son normalmente entre un parche muy joven (menos de 15 años) y otro mucho más viejo. Debido a la gran variabilidad en las tasas de acumulación de combustible en relación a la edad, los límites entre los parches más viejos (más de 25 años) con frecuencia no corresponden a las discontinuidades en el combustible de manera suficiente para extinguir un incendio en condiciones de moderadas a severas. En cualquier caso, mirando las márgenes de los incendios se introduce un sesgo. Es un axioma que un incendio no se propagará desde el punto de ignición a menos que las condiciones sean favorables. Pero las condiciones meteorológicas varían del día a la noche y de día a día y los incendios tienden a apagarse bajo condiciones que son diferentes a las que permiten la expansión del fuego. La conclusión es que cuando hay parches de diferentes edades, los incendios a veces se detienen y a veces no, dependiendo de las condiciones del momento.

El riesgo de aceptar el modelo basado en el combustible es que promueve el punto de vista de que el descuido con el fuego no es un problema serio, debido a que no es posible sobrequeimar la vegetación. Nuestras observaciones y las de otros sugieren fuertemente que ese punto de vista es incorrecto, y que las igniciones antropogénicas pueden tener efectos profundos que modifiquen la vegetación significativamente. En algunas ocasiones esto se considera benigno, como cuando los aborígenes australianos hacen quemadas intencionales para favorecer las arboledas abiertas y con pastos, pero algunas veces es menos benéfico, como cuando los incendios frecuentes eliminan los arbustos y favorecen la dispersión de los zacates anuales exóticos, lo que en nuestra opinión ha ocurrido en grandes áreas del sur de California.

Las montañas de Otay en la frontera México-Estados Unidos son un ejemplo excelente de este tipo menos benigno de cambio antropogénico. Un intervalo corto entre incendios efectivamente eliminó una especie de *Ceanothus* que no rebrota y disminuyó significativamente las poblaciones de chamizo. Haidinger y Keeley documentaron una situación similar en la que una serie de incendios causaron una fuerte declinación del chaparral y una invasión de zacates exóticos en la cuenca de Los Ángeles. Más recientemente hemos visto los efectos de los incendios ocurridos en el verano de 1996. El ciprés de Tecate (*Cupressus forbesii*) es una especie común en las áreas quemadas, y los datos anteriores de algunos transectos permanentes nos han permitido determinar el efecto del fuego con una precisión considerable. El incendio mayor del verano y otoño del 96 quemó un área que se había incendiado por última vez en 1943, pero también se quemaron varios parches de vegetación mucho más vieja que se estima se habían quemado a principios de la década de 1890 y unos cuantos parches quemados en la década de 1980. Tal como ocurre en la mayoría de los incendios de arbustos, este incendio dejó un complejo patrón en las orillas de los parches e inexplicablemente se saltó algunos parches, pero dentro de la vegetación quemada estuvo un área que se había incendiado en 1982. Los datos muestran que el ciprés, tal como se podría esperar, sufrió un incendio de reemplazo en el área previamente quemada en 1890, pero hay una fuerte disminución

en el número de árboles dentro de las áreas quemadas en 1982 y 1996. Esto podría ser descartado como una anomalía, pero el mismo patrón de reducción drástica en la abundancia de árboles ha sido notado en el Monte Tecate, inmediatamente al este de Otay como resultado de una serie de incendios antropogénicos en los sesentas y setentas.

Debido a que tales observaciones detalladas requieren trabajo tedioso durante largos periodos, son necesariamente escasas y muy puntuales. Se puede argumentar que representan situaciones únicas de poca relevancia para los patrones del paisaje como un todo. Esto puede ser cierto, pero consideramos peligroso asumirlo de antemano. No vemos ninguna razón para creer que la vegetación del norte de Baja California es inmune al tipo de degradación por el fuego que se ha observado en Otay y otros lugares del Sur de California, ya que la mayor parte de las especies son las mismas. Se puede esperar que los incendios repetidos incrementen las especies exóticas y pongan en riesgo de extinción local algunas especies nativas, tales como las coníferas de cono cerrado. Más grave aún, una mayor frecuencia de incendios significa mayor exposición de los suelos desprotegidos a las fuerzas erosivas, con la posibilidad de una disminución irreversible de la calidad del suelo. Si esto ocurre sobre áreas grandes podría haber profundos impactos sobre la hidrología y quizás aún sobre el clima. Estos resultados—poniéndonos en el peor de los casos—son demasiado serios para tomarlos a la ligera, y es necesario que estemos seguros de que entendemos apropiadamente el papel del fuego en la vegetación mediterránea del Sur de California.

También estamos preocupados por los argumentos presentados sobre el papel del fuego en la Sierra de San Pedro Mártir. Desde luego, estamos de acuerdo en que esta sierra debe ser protegida debido a su flora única y a que sus remotos bosques son un relictos de una era pasada. Los autores hacen notar que los bosques de San Pedro Mártir son abiertos, con apariencia de parques, y atribuyen esto a que no ha habido supresión de incendios, e indican que el intervalo entre incendios es de alrededor de cincuenta años. Si se aplica un modelo basado en el combustible, no es tan evidente que sea necesario ese periodo para acumular material suficiente para sostener un incendio. En el Parque Estatal de Cuyamaca, en California, los incendios han ocurrido aproximadamente a intervalos iguales en la mayor parte del parque, a pesar de un vigoroso control de incendios. Adicionalmente, San Pedro Mártir es una región con menor precipitación pluvial—de la cual 25% es de verano—y suelos más gruesos y porosos. Esto puede ser tan importante como el fuego para influir sobre la densidad del bosque.

Casi todos los ecólogos están de acuerdo en que el fuego ha sido un componente natural de los bosques y matorrales del oeste de Estados Unidos, pero debemos ser honestos y admitir que no entendemos bien la influencia de la actividad humana sobre el régimen de incendios, y que ciertamente no sabemos cuáles son las técnicas de manejo y los regímenes óptimos respecto a la hidrología, la biología y la seguridad pública. Es posible que una política de *laissez-faire*, con poca supresión de incendios y poco o ningún intento de reducir las igniciones demuestre ser lo mejor, pero los costos de una equivocación podrían ser altos. La manera de resolver estas diferencias de opinión es a través de estudios cuidadosos de los efectos del fuego tanto en Baja California como en otras partes.

Paul H. Zedler y Thomas A. Oberbauer

Respuesta a Zedler y Oberbauer

Una consideración importante al desarrollar teorías en ecología de incendios es la elección de supuestos que lleven a la investigación en direcciones productivas. Es también esencial que la escala de los datos sea consistente con la hipótesis. En el presente número de *Fremontia*, Zedler y Oberbauer rebaten nuestro modelo de régimen de incendios, basado en el combustible, para los bosques y chaparrales bajacalifornianos. De manera alterna, ellos postulan que los incendios son controlados principalmente por las igniciones y las condiciones meteorológicas, que las igniciones naturales son muy raras y que los incendios en California han sido siempre grandes e intensos debido a que se dan en condiciones muy secas. Este modelo asume que las igniciones naturales son tan raras que la tasa de ocurrencia de incendios está limitada por las igniciones. Sin embargo, el servicio de detección de rayos, desde su inicio en 1985, ha mostrado que las densidades de rayos en el sur de California son tan altas (1-3 descargas por 1000 hectáreas por año) que la mayoría de las descargas no producen incendios. Esto no es necesariamente evidencia de impotencia, sino que más bien de saturación de igniciones; es decir que hay un exceso de igniciones en relación a la tasa de acumulación de combustibles.

Creemos que un primer supuesto apropiado es que la vegetación en sí misma es la fuente de incendios. Después de todo, son las plantas las que fijan carbón de la atmósfera para producir materia orgánica inflamable. En los ecosistemas de tipo mediterráneo, la descomposición biológica de la materia orgánica es ineficiente debido a que los inviernos son húmedos y los veranos secos, de modo tal que el calor y la humedad requeridos por los descomponedores raramente ocurren juntos. Debido a que a largo plazo la producción de biomasa debe igualar a la descomposición, la acumulación de combustibles inevitablemente generará incendios.

El propósito de los modelos y de la teoría en general es proponer explicaciones para lo que se observa; en este caso, explicar las diferencias espectaculares en la historia de incendios a un lado y otro de la frontera internacional. En el lado estadounidense los incendios son muy extensos e infrecuentes, mientras que en lado mexicano son pequeños y muy frecuentes. Nuestro modelo basado en el combustible ha sido desarrollado a partir de estudios a escala de paisaje donde se compara la historia de incendios en California, con una política de supresión, con la vecina Baja California, con un control limitado o nulo. Este modelo ha sido descrito recientemente en el *International Journal of Wildland Fire* (7:221-248). Allí se afirma que la ocurrencia de incendios está limitada en tiempo y en espacio por la tasa de acumulación del combustible y la historia previa de incendios en cada sitio. El chaparral presenta un bajo riesgo de incendios durante las primeras décadas de la sucesión después del fuego en un sitio dado, debido a la falta de continuidad en el combustible (cobertura), poca biomasa y alta humedad. Posteriormente, el riesgo se incrementa con el tiempo, dando lugar a una probabilidad variable de incendio de un parche a otro, dependiendo de la edad del stand. Así, el patrón de mosaicos de parches creado por el fuego es un proceso no aleatorio y auto-organizado debido a que los incendios pasados afectan y determinan los eventos futuros. Existe una relación inversa entre la frecuencia y el tamaño de los incendios. Los fuegos frecuentes en el lado mexicano producen parches

pequeños porque la superficie de los parches incendiables está fragmentada, mientras que en California el bajo número de incendios da lugar a un mosaico más grueso, con parches mayores y, en consecuencia, mayores superficies incendiadas.

La frecuencia de rayos en la región añadida al factor de ignición (1-2% de los rayos causan igniciones, en base a los datos para las montañas San Jacinto y San Bernardino), es suficiente para generar espontáneamente el mosaico de parches que existe actualmente en el norte de Baja California. Para entender el papel de los rayos debe reconocerse que éstos tienen efecto sobre parches de vegetación (que pueden estar listos o no para quemarse), no sobre puntos específicos. El parche promedio en Baja California es de 1,000 hectáreas y recibe un rayo casi cada año. Sin embargo, de cada 50 rayos sólo uno iniciará un incendio en el parche. Por otra parte, en California el parche promedio es de 10,000 hectáreas y por lo tanto recibe 10 rayos por año. Esos parches tan grandes, que en un ciclo de 50 años reciben 500 rayos, son inherentemente inestables a largo plazo, a menos que sean suprimidos los incendios pequeños.

El papel de las condiciones meteorológicas en los fuegos del chaparral es muy conocido. La alta velocidad del viento y la humedad relativa baja incrementan la intensidad de los incendios y las tasas de dispersión. Actualmente en el sur de California la mayoría de los incendios grandes ocurren durante los vientos Santa Ana (nortes), pero creemos que esta no fue una característica de los incendios en tiempos prehistóricos y antes de la supresión. En el lado mexicano la mayoría de los incendios se desplaza lentamente durante las tardes de verano, con humedad relativa moderada y vientos ligeros provenientes del Pacífico, dando lugar a flamas que trepan por las laderas de los cerros. Otros incendios, desde luego, ocurren durante los vientos Santa Ana. Para evaluar objetivamente como afectan a los incendios las condiciones atmosféricas, es necesario tener presentes dos factores: 1) el fuego puede dispersarse bajo una gama amplia de condiciones, no sólo durante los vientos Santa Ana; y 2) el clima presenta una distribución probabilística caracterizada por las condiciones "normales" (frecuencia más alta), con extremos de humedad (niebla, lluvia) y sequía (vientos Santa Ana, olas de calor) que son menos frecuentes.

Ahora, consideremos el efecto de quitar los incendios pequeños en la mayor parte del siglo XX en California, con los resultados a los que Zedler y Oberbauer están respondiendo. Debido a que hay menos manejo de incendios en Baja California, la ocurrencia aleatoria de los incendios, ya sean iniciados por humanos o por rayos, coincide mayormente con las condiciones meteorológicas "normales", puesto que estas condiciones son las más frecuentes. Pocos fuegos tendrán lugar durante los Santa Ana debido a que son raros, y el tamaño del incendio está limitado por la fina estructura de parches. En California, los responsables del combate de incendios reportan que suprimen el 99% de los fuegos cuando estos tienen menos de una hectárea. Esta práctica, usada desde la década de 1920, le ha quitado el factor de aleatoriedad a los incendios. Los incendios que no pueden ser suprimidos ocurren sólo en las peores condiciones atmosféricas y frecuentemente alcanzan tamaños enormes (10,000 a 60,000 hectáreas) y generan temperaturas muy altas. Estas temperaturas desecan la vegetación más allá de las líneas de fuego, ocasionando que se quemen los stands jóvenes que normalmente no se quemarían. Así, tanto el tamaño como la intensidad de los incendios son un artefacto del manejo.

Puesto que el clima se presenta en gradientes continuos, un modelo basado en las condiciones meteorológicas no puede explicar la divergencia en los patrones de incendios que se dan al cruzar la frontera. Por ejemplo, se postula que los vientos Santa Ana son menos significativos en Baja California que en el sur de California, pero no hay evidencia que estos vientos, o cualquier otro fenómeno meteorológico, cambien abruptamente al cruzar las fronteras políticas.

La afirmación de que no hay estudios ecológicos que apoyen el modelo basado en el combustible es, en el mejor de los casos, prematura. La mayoría de los estudios ecológicos que documentan procesos importantes en el chaparral son específicos para un sitio y resulta especulativo extrapolar esos resultados a los procesos regionales. El lector debe juzgar si los estudios ecológicos apoyan o refutan la hipótesis a escala de paisaje. La historia es, además también un buen testigo. Los registros históricos muestran que durante el siglo XIX, en el sur de California, los incendios en el chaparral ocurrían en condiciones meteorológicas normales y el mosaico fino de parches era muy extenso y común en la región, muy parecido a lo que hay actualmente en Baja California.

La clave para avanzar en materia de ecología de incendios es que los argumentos filosóficos deben disminuir conforme los datos se acumulen. Las preguntas importantes son: ¿Hasta qué punto la investigación en sitios específicos puede ser usada para elaborar una hipótesis a escala de paisaje? ¿A partir de un entendimiento incompleto de procesos de escala local pueden emerger patrones de escala amplia, especialmente cuando estos procesos son interpretados desde un punto de vista local? Para ponerlo en perspectiva, ¿puede juzgarse la calidad de un sistema escolar completo por la calidad de un estudiante, de un grupo o de una escuela?

La declinación actual del Ciprés de Tecate (*Cupressus forbesii*) en Otay Mesa puede ser real, pero este hallazgo es compatible con los procesos de escala mayor? En esta especie, los estadíos de vida de los bosques tienden a estar sincronizados con los incendios de reemplazo. Por tanto, la situación local de la especie está sesgada por la historia local de incendios. Una extrapolación regional debe estar apoyada por datos de alcance regional y de una escala temporal que cubra por lo menos un ciclo de incendios—alrededor de 50 años. Un estudio así para el Ciprés de Tecate en Baja California sería muy fructífero.

El régimen de incendios en los bosques mixtos de coníferas en el Parque Estatal de Cuyamaca es bastante diferente al de la Sierra de San Pedro Mártir (SSPM). En SSPM los fuegos cada 50 años aproximadamente han removido la vegetación del sotobosque y mantenido los bosques abiertos en toda la cordillera. En contraste, la historia del fuego en los bosques de Cuyamaca es similar al resto de California. En 1956 hubo un incendio de reemplazo que destruyó los bosques en Cuyamaca Peak. Casi todos los bosques que no se quemaron tienen un sotobosque denso, con árboles pequeños y medianos, que no se han quemado desde 1910, cuando comenzó el registro del Servicio Forestal. Los incendios de reemplazo parecen inevitables en el futuro a menos que se introduzcan nuevas estrategias de manejo del fuego en este parque.

No se puede hablar de diferencias climáticas importantes entre Cuyamaca y SSPM, ya que la precipitación media anual en SSPM está dentro del rango de muchos de los bosques de coníferas mixtas del sur de California, y representa un 80% de

la que cae en el parque Cuyamaca. Las diferencias en las estimaciones los intervalos de retorno de incendios entre un periodo de alrededor de 50 años para SSPM (usando nuestro método de reconstrucción de perímetros de incendios a partir de fotografías aéreas repetidas) y la estimación para Cuyamaca de 5-20 años (a través del método dendrocronológico de cicatrices de incendios en sitios específicos), probablemente resulten de las diferencias en la metodología empleada. Creemos que nuestros resultados son realistas debido a que están basados en un análisis del paisaje total sobre un periodo largo (1925-1990).

Los cortos intervalos estimados por el método dendrocronológico de cicatrices de incendios (DCI) probablemente reflejan una propiedad del ecosistema en la cual la distribución de frecuencias del tamaño de incendios arroja principalmente incendios pequeños, con relativamente pocos eventos grandes, responsables de la mayor parte del área quemada. El método DCI registra incendios tanto puntuales como extensos, dando una importancia indebida a los incendios pequeños y conduciendo a estimaciones erróneamente cortas de los intervalos de retorno. Hasta el momento los estudios DCI carecen de registros regionales de incendios para compararlos con los datos puntuales. Nuestra investigación en SSPM indica

que los intervalos de retorno antes de la supresión en California eran más grandes y los incendios más intensos que los estimados con DCI.

Zedler y Oberbauer saltan de la ciencia al manejo declarando que nosotros defendemos los incendios sin manejo en el sur de California. Nuestro objetivo es entender como trabajan los ecosistemas y esperamos que nuestros hallazgos estimulen nuevas políticas de manejo. El sistema actual favorece los incendios masivos, en los cuales el método de supresión del fuego no es capaz de proteger las vidas y la infraestructura. En los Estados Unidos la nueva política de manejo de ecosistemas requiere la creación de estructuras acordes al funcionamiento de los ecosistemas y que integren el papel natural de los incendios.

Creemos que el reto para los ecólogos es ampliar sus métodos a escalas consistentes con las hipótesis a nivel de paisaje. Estos métodos deben ayudar a encontrar respuesta a estas preguntas: Cuales son las tasas de ignición naturales y por rayos? Cuales son las características combustibles del chaparral a escala regional? Como funcionaría la dinámica de parches en el sur de California si los incendios pequeños no fueran suprimidos por miles cada año?

Richard A Minnich y Ernesto Franco-Vizcaíno

RESEÑA DE LIBROS

Tierra de Chamiso y Pinos: Anotaciones Históricas y Estado Actual de la Vegetación del Norte de Baja California (*Land of Chamise and Pines: Historical Accounts and Current Status of Northern Baja California's Vegetation*). Richard A. Minnich y Ernesto Franco Vizcaíno. 1998. University of California Publications in Botany. Volume 80. University of California Press, Berkeley. 166pp.

Este interesante libro propone, como objetivo principal, la reconstrucción de la vegetación del norte de Baja California según la vieron y describieron los primeros europeos que la visitaron. Los paisajes que los autores del libro describen son aquellos que recorrieron cuatro exploradores del siglo XVIII (entre 1766 y 1796) en cinco diferentes rutas expedicionarias. La narración es muy amena y las transcripciones e interpretaciones se realizaron de una manera detallada y tan precisa como les fue posible. Las localidades y los nombres botánicos fueron científicamente actualizados, con lo cual aportan un material muy valioso tanto para los botánicos, ecólogos y biólogos de la conservación, así como a los historiadores y antropólogos de Baja California.

La comparación con la vegetación actual se realizó por medio de una fotointerpretación muy fina y bien descrita metodológicamente. Los autores definen que el paisaje de vegetación desértica y matorral costero descrito por los exploradores europeos ha cambiado notoriamente por la agricultura y por la invasión de pastizales exóticos. Sin embargo, el efecto de la ganadería extensiva no puede visualizarse ni medirse tan claramente como la apertura de campos agrícolas y centros urbanos.

Algo muy importante es que, a lo largo del texto siempre se menciona la importancia del fuego en la dinámica y patrón actual de la vegetación. Asimismo, mencionan que siempre quedará la duda sobre los pastizales nativos pues hay una confusión en la terminología de los españoles que crea confusión con las extensas áreas de chaparrales.

Las fotografías y mapas son de excelente calidad y un apoyo muy bueno para el texto. Además, el mapa principal (doblado en la contraportada) proporciona una herramienta muy útil a los estudiosos de la vegetación en la región tipo Mediterránea de Baja California ya que es un documento mucho más fino y actualizado que el mapa oficial mexicano, hasta ahora disponible.

En los anexos presentan una lista de plantas con sus nombres científicos y comunes tanto en inglés como en español y un enlistado de las localidades descritas, georeferenciadas de acuerdo a los mapas oficiales mexicanos actuales. Esta es una excelente documentación para manejadores y educadores ambientales.

La bibliografía es muy completa, refleja la profundidad con la cual se hizo la investigación, lástima que su revisión fue descuidada y esta plagada de errores tipográficos. Me hubiera parecido interesante añadir en los mapas una porción del sur de la Alta California, cuyos tipos de vegetación eran similares a la Baja California actual pero, por su desarrollo, los usos del suelo han sido de diferente intensidad. Finalmente sugiero que esta obra también este disponible en español para que sea accesible a todos los interesados en la historia de nuestra región.

Ileana Espejel

Sociedad de las Plantas Nativas de California

MEMBRESÍAS

Las cuotas incluyen la suscripción a *Fremontia* y al *Boletín*.

Vitalicio	\$1,000*	Apoyo	\$75
Benefactor	\$500	Familiar, Grupal, Internacional	\$45
Patrocinador	\$250	Individual o Biblioteca	\$35
Amante de las Plantas . \$100		Estudiante/Jubilado/Ingreso Limitado . \$20	

*Las cantidades están en dólares estadounidenses.

DIRECCIONES

Membresías; Cambios de Domicilio; Directivos; Información

General: CNPS, 1722 J Street, Suite 17, Sacramento, CA 95814.

Tel: (916) 447-CNPS(2677) Fax: (916) 447-2727

Director Ejecutivo: Allen Barnes, abarnes@cnps.org

Fremontia (Editora): Phyllis M. Faber, 212 Del Casa Drive, Mill Valley, CA 94941. Tel. y Fax: (415) 388-6002; pmfaber@aol.com

Fremontia (Publicidad): Sue Hossfeld, 400 Deer Valley Road, #4P, San Rafael, CA 94903. (415) 507-1667

Boletín: Joyce Hawley, 631 Albemarle Street, El Cerrito, CA 94530. Hogar: (510) 524-5485; Fax: (510) 527-4858

Botánico en Plantas Raras: David Tibor, 1722 J St., Suite 17, Sacramento, CA 95814. (916) 324-3816 or (916) 447-2677, dtibor@cnps.org

Enlace con Earth Share: Halli Mason, 4728 Rosita Place, Tarzana, CA 91356. (818) 345-6749

Asesor Legal: Sandy McCoy. (510) 644-3431; email: wbmccoy@earthlink.net

[www.calpoly.edu or dchippin/cnps_main.html](http://www.calpoly.edu/or_dchippin/cnps_main.html)



California Native Plant Society
1722 J St., Suite 17
Sacramento, CA 95814
Address Service Requested

NOTAS SOBRE LOS COLABORADORES

Horacio de la Cueva es profesor-investigador en el Departamento de Ecología del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE). Apartado Postal 2732, Ensenada, B.C. 22800. cuevas@cicese.mx

Ileana Espejel es profesora-investigadora en la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California. Apartado Postal 1653, Ensenada, B.C. 22800. ileana@faro.ens.uabc.mx

Ernesto Franco-Vizcaíno es investigador del Departamento de Ecología, CICESE y profesor adjunto en el Instituto de Ciencia y Política del Sistema Tierra de la Universidad Estatal de California, Monterey Bay. 100 Campus Center, Seaside, CA 93955. ernesto_franco@monterey.edu

Richard Minnich es profesor e investigador del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de California, Riverside. Ha estudiado la ecología de incendios en Baja California durante muchos años. University of California, Department of Earth Sciences, Riverside, CA 92521. minnich@mail.ucr.edu

Reid Moran es Curador Emérito de botánica en el Museo de Historia Natural de San Diego y miembro de la Sociedad de Plantas Nativas de California. 2316 Valley West Drive, Santa Rosa, CA 95401

Tom Oberbauer trabaja en el Departamento de Planeación del Condado de San Diego y es un colaborador frecuente de *Fremontia*. 3437 Trumbull Street, San Diego, CA 92106

Celerino Montes es colaborador de Bosques de las Californias, Asociación Civil. Apartado Postal 175, Ensenada, B.C. 22800. cmontes@cicese.mx

Nonprofit Org.
U.S. Postage
PAID
Oakland, CA
Permit # 3729